



Texto para Discussão 009 | 2024

Discussion Paper 009 | 2024

Avaliando a Política de Inovação no Brasil, 2005-2014

Frederico Rocha

Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

fred@ie.ufrj.br

This paper can be downloaded without charge from

<https://www.ie.ufrj.br/publicacoes-j/textos-para-discussao.html>

Avaliando a Política de Inovação no Brasil, 2005-2014

Agosto, 2024

Frederico Rocha

Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

fred@ie.ufrj.br

1 Introdução

As políticas de inovação estão cada vez mais populares no mundo e têm despertado interesse crescente de formuladores de política e estudiosos, dados a forte ênfase que teorias de crescimento vêm colocando sobre os efeitos da inovação sobre o crescimento, o aumento da taxa de progresso técnico e a crescente importância do processo inovador para o desenvolvimento local (Steinmueller 2010). As políticas de inovação procuram resolver problemas de imperfeição de mercado, associados à tipificação do conhecimento como um quase-bem público (Arrow 1962 e Nelson 1959) e incrementar os fluxos de conhecimento entre os agentes econômicos, levando em conta uma visão mais sistêmica do processo inovador (Mazzucatto 2012).

No caso brasileiro, existem três eventos que mudam a capacidade de o governo realizar política de inovação. Datados do final da década de 90 e do início dos 2000, a composição dos fundos setoriais foram o primeiro evento, fornecendo fundos que poderiam ser utilizados para financiar a política de inovação. O segundo evento foi a Lei de Inovação, promulgada em 2004, que permitiu o uso e a normatização de uma série de novos instrumentos, que passaram a incluir a possibilidade de subvenção direta às empresas. O terceiro evento foi a promulgação da Lei do Bem, em 2005, que unificou e ampliou incentivos fiscais para a inovação e reduziu o custo da P&D no Brasil aos níveis da OCDE (Araújo 2010).

Esses eventos deram origem a talvez a mais forte e contínua tentativa de ampliar a capacidade de inovação no Brasil. Os seus resultados foram, no entanto, pouco testados. O mais amplo estudo a respeito foi feito pela ABDI (2013) e cobre alguns dos instrumentos de política viabilizados usando a base de dados da RAIS. Outros estudos analisam instrumentos em separado principalmente focados nos impactos dos sistemas de subsídios da Lei do Bem (Kannebley e Porto 2012 e Kannebley, Shimada e De Negri 2015, Zucolotto et al. 2017 e Colombo 2017), ainda que outros estudos pontuais como Rocha (2018), sobre política de compras, Carrijo e Botelho (2013) sobre o PAPPE, e Rocha (2015) sobre os instrumentos em conjunto possam ser encontrados.

O presente trabalho tem por objetivo preencher essa lacuna, apresentando uma avaliação da política de inovação e procurando cobrir todos os instrumentos listados na Pesquisa de

Inovação do IBGE individualmente. É importante notar que não se trata de um artigo que intenciona a publicação em revista, dada a complexidade do objeto, mas o ponto de partida para uma reflexão sobre o assunto, auxiliando pesquisas futuras tanto sobre a pertinência e eficácia de cada instrumento de política utilizado, e servindo de base para a formulação de políticas de inovação. Alguns dos resultados aqui apresentados são partes iniciais de artigos em elaboração, como é o caso de política de compras (Rocha 2018a) e a Lei do Bem (ainda sem texto para discussão), requerendo, portanto, aprofundamento para serem tratados. Assim, trata-se de um início de reflexão e de um estímulo à discussão e a apresentação de uma linha de pesquisa que pretendo continuar a desenvolver nos próximos anos e cujos alguns dos resultados prévios podem ser vistos no memorial apresentado.

O restante do trabalho é composto da seção 2, que introduz um marco analítico para o tratamento do problema, apresenta uma reflexão sobre a forma de se avaliar políticas de inovação e os principais traços da política de inovação no Brasil. A terceira seção é dedicada à metodologia de análise. Ela divide o exame de uma política em quatro etapas. A análise do foco da política, o processo de seleção de empresas, o resultado sobre a mudança de conduta e o desempenho das empresas. Essa seção está dividida em quatro subseções. Na primeira, faz-se uma breve descrição sobre o foco da política no país. A segunda é dedicada a uma importante análise sobre o processo de seleção das empresas tratadas pelos principais instrumentos da política de inovação tendo em vista seu desempenho exportador prévio e posterior à implantação da política. A terceira faz uma exposição do tratamento para o viés de seleção da análise de conduta e desempenho das empresas e a quarta subseção cobre a base de dados usada nessas duas análises. A quarta seção é dedicada à apresentação dos efeitos da política de inovação sobre a conduta, representada pelo gasto de P&D. A quinta seção realiza um exame dos resultados da política sobre a produtividade das empresas. A sexta seção faz uma discussão dos resultados e apresenta possíveis caminhos futuros. A sétima seção fecha o artigo com uma conclusão.

2 Marco analítico

2.1 Concepção das políticas de inovação

O investimento em produção de conhecimento apresenta características pouco convencionais. Ao contrário do investimento em capacidade produtiva, que envolve aquisição de bens de capital, o investimento em conhecimento, em grande medida, aparece incorporado em pessoas (Hall 2010). Ademais, o conhecimento apresenta características tácitas, sendo um bem de difícil codificação e cuja transmissão é custosa. Assim, a mobilidade da mão-de-obra pode levar o conhecimento de uma empresa a outra, dando origem a spillovers (externalidades) e gerando perdas na apropriação de seus frutos por parte da empresa.

Aliás, em grande medida, a produção de conhecimento provoca externalidades ou spillovers, independentemente se conduzidos pela mão-de-obra usada pela empresa. Trata-se de um bem cujo consumo é parcialmente não-excludente. Assim, o retorno social do conhecimento é usualmente superior ao retorno privado, o que pode levar a situações de subinvestimento em relação ao que seria ótimo sob o critério pareteano, estando aberta a possibilidade de agentes tomarem carona no investimento realizado (Arrow 1962, Nelson 1959). Ao mesmo tempo, o conhecimento não está sujeito a subtração, significando que o seu consumo por um determinado agente não subtrai a quantidade de conhecimento existente. Assim, o conhecimento apresenta características de um bem público, conforme a figura 1, estando sujeito a alguns dos problemas tradicionais de provisão de bens públicos (Ostrom and Hess 2007).

Figura 1 – O Comum e o Conhecimento

		Subtração	
		Sim	Não
Exclusão	Sim	Bens privados (Mercadorias como computadores)	Clubes (assinatura de periódicos)
	Não	Bens comuns (Livros da biblioteca)	Bens públicos (Pôr do sol, conhecimento em geral)

Fonte: Elaboração própria.

A solução para o problema do desalinhamento entre os incentivos privados e os benefícios sociais pode ser resolvida pelo estabelecimento de direitos de propriedade intelectual (IPR). Se for possível adotar uma legislação de IPR que permita a perfeita apropriação pela empresa dos frutos de seu esforço, por intermédio do uso do sistema de preços, o problema do carona pode ser resolvido. Contudo, no caso em que se possa garantir a apropriação privada, resta a possibilidade de se ingressar no problema dos *anticommons*, levantado por Heller (1998),¹ havendo uma tensão entre a apropriação completa do conhecimento produzido e o uso potencial do bem público gerado que tem como característica essencial o fato de não estar sujeito à subtração.

Claro, as soluções de IPR, sob o ponto de vista empírico, são tão mais fáceis quanto mais próximo à aplicação o conhecimento produzido estiver, como, por exemplo, nas fases de desenvolvimento. Logo, não parecem ser um encaminhamento de política sustentável para fases de pesquisa. No entanto, justamente na aplicação é quando a imitação parece ser mais custosa, estando sujeita à acumulação anterior de conhecimento ou à geração de capacidade de absorção (Cohen e Levinthal 1989). Existe, portanto, redundância no uso de IPR. Quando necessário, parece ser ineficaz e, de uma maneira geral, um obstáculo à difusão do conhecimento, caindo na armadilha imaginada por Heller (1998), quando possível, parece não ser necessária (Steinmuller 2010). Assim, teoricamente, abre-se caminho para o uso de instrumentos de política para alcançar o ótimo social.

Existem ainda dois elementos enfocados por Arrow (1962) que devem ser explicitados. O primeiro diz respeito à possibilidade de ocorrência de não-convexidades. Arrow atribui a não-convexidade à presença de cumulatividade no processo de geração de conhecimento, que, posteriormente, é utilizado por Cohen e Levinthal (1989) para a formulação da ideia de capacidade de absorção. Assim, o que a firma aprende no passado é importante determinante sobre sua capacidade de absorção e geração de conhecimento.

A decisão de investimento em conhecimento também se dá sob elevado grau de incerteza e em nível superior ao presente nas decisões de investimento em capital fixo. Nesse último caso, a incerteza se dá majoritariamente associada à demanda efetiva, ou seja, às

¹ Explicitamente, Heller trata dos problemas do patenteamento

condições de atividade presentes no futuro. No entanto, o investimento em conhecimento é dotado de outras duas fontes de incerteza. A incerteza tecnológica surge da dificuldade de previsão sobre se o processo de busca realizado terá sucesso. Elementos como a qualidade do esforço realizado, a capacitação anterior da empresa e a sua habilidade na resolução de problemas devem ser levados em conta. Ao mesmo tempo, esse tipo de incerteza irá variar bastante ao longo da fase em que a busca se encontre. Será tão maior quanto mais distante estiver da aplicação direta, ainda que o custo seja crescente na medida em que se aproxime da aplicação. Outra fonte de incerteza é a mercadológica. Nesse caso, ainda que a solução tecnológica seja encontrada, a dúvida residirá na aceitação que o mercado poderá ter do produto específico gerado. Não se nega aqui que algum tipo de incerteza de mercado poderá ocorrer no investimento fixo, como, por exemplo, a possibilidade de erosão de oportunidades ao longo do risco do produto, apenas se registra que ela se dará em menor intensidade do que quando se está lidando com um produto completamente novo. Dosi e Orsenigo (1988:18) afirmam a existência de:

“limites de informação disponível e da capacidade de processá-la de maneira eficiente”, resultando “incerteza na formação de expectativas sobre as quais os agentes econômicos baseiam suas decisões”, além da impossibilidade de mapeamento do conjunto de preferências sobre os estados do mundo, suas ações e resultados” ... “assim, ambos fenômenos envolvem incerteza incomensurável e não securitizável” (tradução livre).

A incapacidade de previsão do futuro atinge diretamente a aplicabilidade do teorema Modigliani-Miller, que estabelece a neutralidade da estrutura de capital da empresa com respeito a seu valor. Isso implica que a firma não será neutra quanto à fonte de financiamento a ser utilizada, tendendo a se distanciar de fontes externas, como empréstimos, na medida em que o risco se elevar, gerando um hiato de preferência entre o custo dos recursos internos e externos ao elevar tanto o risco do credor, quanto o risco do tomador (Kalecki 1937). Como consequência, a dimensão relativa do fluxo de caixa empresarial passa a ganhar relevância como elemento restritivo do investimento em conhecimento/ inovação (Hall 2010). Ughetto (2008) apresenta cinco razões principais para a presença do hiato de custos. Do lado do credor, surgem assimetrias informacionais, problemas de gestão de apropriabilidade dos ativos possivelmente resultantes dos

esforços do inovador e o caráter intangível dos resultados do processo de busca. De fato, investidores (outsiders) podem ter dificuldade para captar, com maior presteza, o potencial mercadológico e tecnológico de um esforço inovador e, principalmente, a capacitação de uma firma específica em lidar com esses elementos, fazendo com que mercados financeiros sejam propensos a reduzir ou evitar desembolsos para essas operações. A falta de apropriabilidade dos resultados de inovação pode aumentar a intensidade da adoção de estratégias de segredo, tornando mais cautelosas a abertura de informações para empreender transações financeiras, agravando, assim, a assimetria de informações. A intangibilidade dos ativos resultantes dos esforços de inovação, juntamente com a sua incorporação na mão-de-obra que o desenvolve, tornam reduzida a capacidade de oferta de colaterais nos processos inovadores. No caso do tomador de empréstimo, a incerteza dos resultados derivados do esforço de inovação pode tornar as empresas mais cautelosas na obtenção de empréstimos, além de ameaçar a sobrevivência de empresas de alta inovação. Assim, é vasta a evidência que relaciona a qualidade do sistema financeiro à intensidade de esforço ou ao resultado do processo inovador. Aponta-se para a existência de uma relação positiva entre fluxo de caixa ou vendas e dispêndios em inovação, sugerindo uma rejeição do endividamento como forma de financiar a inovação. Em segundo lugar, há variação do nível de sensibilidade ao fluxo de caixa de acordo com os sistemas nacionais. Aparentemente, países anglo-saxões que mantêm firmas com maior endividamento, talvez por haver um sistema financeiro mais desenvolvido, apresentam maior sensibilidade do investimento em P&D ao fluxo de caixa. Finalmente, as empresas de menor porte aparentam ter maior dificuldade com essa questão (Hall and Lerner, 2010).

Assim, a altamente difundida visão de “falhas de mercado” no tratamento do processo inovador apresenta argumentos sólidos à intervenção governamental. Steinmueller (2010) faz uma detalhada descrição de diferentes desenhos de política que podem ser derivados dessa abordagem. Esses desenhos comportam tanto abordagens horizontais, quanto verticais de política de inovação e, apesar da maior ênfase por parte dos instrumentos de oferta, não exclui o uso de instrumentos de demanda (para descrição dos instrumentos ver Edler e Georghiou 2006).

Existe, no entanto, uma segunda vertente na análise e proposição das políticas industriais que denominaremos de visão sistêmica. A diferença entre ela e aquela das imperfeições de mercado está na forma como entendem o processo de geração de conhecimento. Para essa corrente, o processo inovador é complexo, requerendo conhecimento que é detido por diferentes agentes econômicos. Nesse caso, a ideia de que o conhecimento tem condições prévias para ser absorvido, ou seja, capacidade de absorção (Cohen e Levinthal 1989) e um componente tácito que dificulta a sua transmissão entre agentes sem custos adicionais é central. Assim, agentes que detêm competências e capacitações diferenciadas entre si devem participar em conjunto do processo de inovação, para que seja bem-sucedido. Sob essa visão, a política de inovação deve promover interações (Mazzucatto 2012). A chave dessa abordagem está na concepção integrada em redes (ou sistemas) do processo inovador, podendo assumir caráter nacional, como nos sistemas nacionais de inovação (Lundvall 1992, Nelson 1993), setorial (Malerba e Nelson 2011), ou regional (Cassiolato, Lastres e Maciel 2003).

Assim, além dos instrumentos tradicionais, do lado da oferta, como financiamento à inovação, subsídios (esse último com menor ênfase) e subvenções, a versão sistêmica também preconiza o uso de instrumentos do lado da demanda, como o incentivo à *clusterização*, a implantação de regulação e normas técnicas, o uso do poder governamental de compras e subsídios e direcionamento da demanda (Edler e Georghiou 2006).

Dentro dessa ideia, está o estabelecimento de programas orientados por missões, em que instituições governamentais coordenam redes de empresas e outras instituições do sistema de inovação, muitas vezes lançando mão de instrumentos tradicionais da concepção de falhas de mercado (Foray, Mowery e Nelson 2012). Isso pode ser obtido por intermédio, por exemplo, de concessão de financiamento às universidades para desenvolvimento de conhecimentos em área específica, associação de subvenções a pequenas empresas que podem desenvolver e transportar o conhecimento e estabelecimento de incentivos fiscais para empresas de maior porte com o objetivo de fazê-las desenvolver e participar do processo de acumulação e geração de conhecimento nessas tecnologias. Exemplos gerais desse tipo de iniciativa são apresentados para a indústria de defesa (Mowery 2012), indústria de energia (Diaz Anadon 2012), biomédica (Sampat 2012), agricultura (Wright

2012) e para o sistema de compras governamental de uma maneira geral (Edquist e Zabala-Iturriagagoitia 2012).

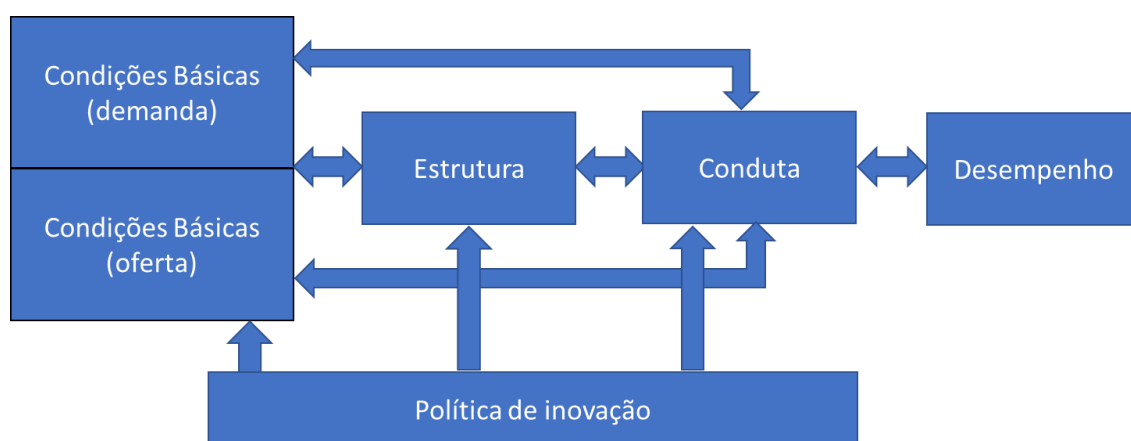
Steinmueller (2010) acrescenta ainda o papel da criação de instituições complementares como uma possível prescrição de política da visão sistêmica do processo inovador. Esse tipo de instituição pode ser particularmente importante na presença de reduzida apropriabilidade. Nesse caso, instituições promovedoras de pesquisa podem ser centrais para o desenvolvimento do processo inovador. A EMBRAPA no Brasil teria essa característica para o sistema inovador.

2.2 Políticas de Inovação

A figura 2 procura analisar a política de inovação de acordo com a ótica do modelo estrutura-conduta-desempenho. O objetivo final da política de inovação é melhorar o desempenho da economia, que pode estar mensurado por um conjunto de indicadores como produtividade, crescimento, crescimento das empresas, comportamento exportador, entre outros. Para isso, ela procura alterar o comportamento das empresas e/ou instituições envolvidas no sistema de inovação em questão, ou seja, sua conduta. Normalmente, a alteração da conduta se dá pela mudança em alguma das condições básicas ou algum dos elementos das estruturas industriais em que a empresa está inserida (ou até mesmo diretamente em algum elemento de conduta), que pode ser do lado da oferta ou do lado da demanda. Logo, um primeiro recorte normalmente usado na análise de políticas de inovação é que tipo de variável das condições básicas a política procura utilizar para alterar o comportamento das firmas/instituições, se localizadas pelo lado da demanda ou pelo lado da oferta (Edler et al 2012). Assim, instrumentos de intervenção direta, como subvenções a compra de equipamentos e insumos, contratação de pessoal ou acesso ao crédito, são mecanismos que buscam a redução de custos de insumos, consistindo em um elemento associado à oferta. Por outro lado, a aquisição de conhecimento por meio da contratação pública de P&D pré-comercial está relacionada como uma alteração nas condições de demanda enfrentadas pela empresa.

Um segundo elemento que distingue as políticas de inovação e seus instrumentos é a variável de conduta que objetiva alterar. Alguns instrumentos procuram alterar variáveis associadas ao esforço inovador da firma, seja ele P&D, seja acumulação de capacitações ou treinamento de mão de obra. Esse é o caso de instrumentos de incentivo fiscal que fornecem isenções totais ou parciais de impostos diretos e indiretos como contrapartida da realização de atividades de P&D. No entanto, outros instrumentos de política de inovação objetivam alvos distintos como o aumento das capacitações sistêmicas, estreitamento de laços entre peças do sistema de inovação, entre outros. Esse é o caso de incentivos, por subvenção ou financiamento, a colaboração entre universidade e empresa. Apesar de poder estar relacionado com desembolsos de P&D, o principal objetivo desse tipo de apoio é aumentar os fluxos de conhecimento entre entes do sistema de inovação, aumentando a capacitação geral (Edler et al. 2012).

Figura 2 – Política de inovação e o modelo estrutura-conduta-desempenho



Fonte: Elaboração própria

Ainda que a relação não seja direta, a visão de falhas de mercado tende a voltar o foco de suas políticas para os mecanismos de oferta, na tentativa de alinhar benefícios sociais e privados e raramente focando nos instrumentos de demanda, que tenderiam a deixar mais ao sabor do mercado. Já as visões mais sistêmicas, tendem a dar mais atenção a elementos da demanda, como políticas de compras e criação de novos hábitos (ver Edler e Georghiou 2006). Da mesma maneira, a visão de falhas de mercado tende a focar em instrumentos

que tenham como objetivo diretamente o esforço, enquanto as visões mais sistêmicas fortalecerão também outras características do sistema, principalmente aquelas que privilegiam o aumento das interações e laços entre os entes do sistema de inovação. Ambas as visões podem, contudo, usar os instrumentos disponíveis de maneira horizontal ou vertical (Steinmueller 2010). Assim, por exemplo, dentro da visão de falhas de mercado, pode haver quem defenda o estabelecimento de incentivos fiscais horizontais para a realização de P&D, como a Lei do Bem, ou, baseado nos mesmos argumentos, defender a intervenção vertical em uma indústria específica, como é o caso da Lei de Informática. Da mesma maneira, a prática de políticas de inovação baseada na visão sistêmica pode assumir coberturas horizontais, por exemplo, incentivando interação universidade-empresa e a criação de start-ups em qualquer segmento, ou ter um foco voltado para o uso de tecnologias emergentes.

2.3 A Política de Inovação no Brasil

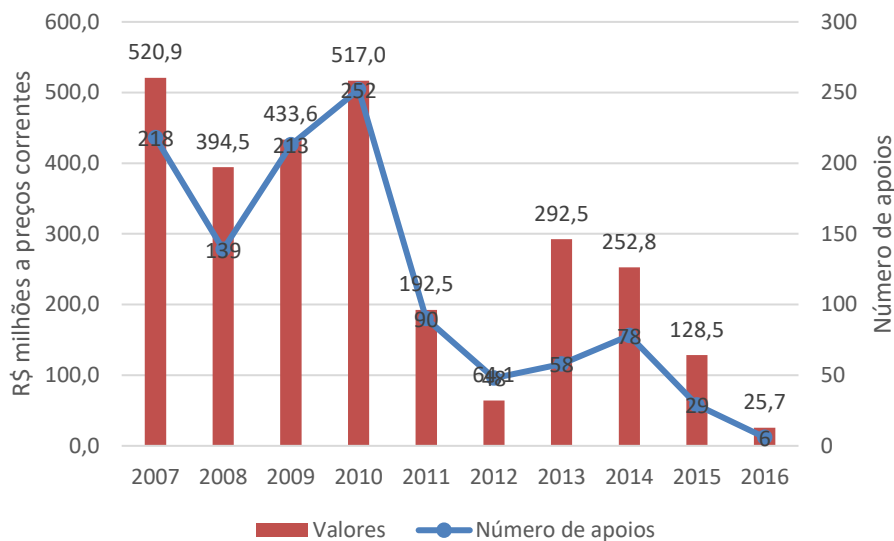
Três grandes movimentos alteraram o cenário da política de inovação no Brasil. O primeiro foi a constituição de fundos setoriais que permitiu a captação de recursos para a ciência, tecnologia e inovação (C,T&I), principalmente de segmentos associados aos recursos naturais e aos serviços públicos. A captação de recursos dos fundos se inicia em 1999, mas se consolida ao longo dos anos seguintes. Os fundos setoriais permitiram o direcionamento de maior volume de recursos para o Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (FNDCT) (De Negri e Moraes 2017). Além dos fundos setoriais, o FNDCT conta com recursos provenientes de recursos ordinários do tesouro e de pagamentos de juros de financiamentos reembolsáveis concedidos pela FINEP.

Algumas características do FNDCT devem ser destacadas. Em primeiro lugar, está o elevado nível de contingenciamento. De acordo com o Relatório de Gestão para 2013, os fundos setoriais providenciaram uma arrecadação de cerca de R\$ 4,5 bilhões em valores correntes, dos quais R\$ 3,7 bilhões foram previstos na LOAS, e apenas R\$ 3 bilhões foram autorizados para gasto (contingenciamento de 18% em relação à LOAS). A segunda característica relevante é o direcionamento de recursos. Assim, como os recursos

do MEC, os recursos do FNDCT são, em quase sua totalidade, direcionados às universidades. Assim, prevalece com o FNDCT a lógica de fortalecimento da infraestrutura de pesquisa e o direcionamento de recursos a pesquisadores universitários, sem impacto direto na inovação. Ainda assim, durante o período de 2007 a 2014, houve uma maior utilização desses fundos com a finalidade de financiamento de atividades empresariais, que será detalhado em seguida.

O segundo movimento foi a promulgação da Lei da Inovação que teve dois importantes desdobramentos em termos de política de inovação. O marco regulatório da Lei da Inovação está associado a três linhas mestras: (i) constituição de ambiente propício às parcerias estratégicas entre as universidades, institutos tecnológicos e empresas; (ii) estímulo à participação de instituições de ciência e tecnologia no processo de inovação; e (iii) incentivo à inovação na empresa. A lei permite às universidades a colaboração com as empresas, inclusive mediante a venda de produtos de seu processo inovador, estimula o surgimento de spin-offs e a constituição de incubadoras de empresas. Contudo, a principal novidade é a possibilidade de estabelecer subvenção econômica, tendo tido como resposta institucional imediata o estabelecimento pela FINEP de editais para inovação nos setores estratégicos, a criação do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (PAPPE-Inovação) e de subvenção para remuneração de novos empregados pesquisadores mestres e doutores. O Gráfico 1 apresenta o número e o valor total dos apoios da FINEP para subvenção de atividades inovativas das empresas. Antes de 2007, o programa inexistia.

Gráfico 1. Número e Valor Total (em R\$ milhões correntes) de Apoios à Subvenção da FINEP, 2007-2016



Fonte: FINEP.

O terceiro movimento foi a aprovação da Lei do Bem, que consolida e aumenta incentivos fiscais existentes às atividades de P&D. Os incentivos previstos na Lei do Bem destinados à P&D nas empresas incluem exclusão, para o cálculo da contribuição social sobre o lucro líquido (CSLL), o valor de até 60% da soma dos dispêndios realizados com P&D para o ano base considerado; adição de até 20% a esse valor caso haja aumento do número de pesquisadores e de até 20% à soma dos dispêndios a pagamentos de inovação tecnológica que tenha como objeto de patente ou cultivar registrado.

Essa legislação representou uma mudança substancial no custo de inovação no Brasil. Araújo (2010) faz o cálculo do custo de inovação no Brasil por intermédio do índice b :

$$b = \frac{(1 - \tau A)}{(1 - \tau)} \quad (1)$$

em que τ é a alíquota de impostos e A é o valor presente das deduções na margem autorizadas dos gastos em P&D, sejam gastos correntes ou de capital. Assim, se o índice b for maior do que 1, isso significa que os gastos de P&D não são incentivados pela estrutura tributária, por exemplo, se A for igual a 0. Se o índice b for menor do que 1, há incentivo à P&D pela estrutura tributária. De acordo com os resultados apresentados por Araújo (2010), entre 2000 e 2004, o índice girava em torno de 0,787, passando a 0,725, a

a partir da lei do bem, e a 0,705, a partir da revisão da lei do bem, em 2008. Isso coloca o Brasil entre os países de maior taxa de subvenção (ou menor custo) à inovação. Calculando-se o índice de subvenção como $(1-b)$, apenas Espanha, México, China e Portugal apresentam maior subvenção entre os países listados pela OCDE.

A estrutura de isenção está, contudo, montada sobre a declaração de imposto de renda no modelo lucro real. Empresas optantes do SIMPLES têm dificuldade de inserção. Enquanto a taxa de subvenção para as grandes empresas é de 0,295, a taxa de subvenção para as pequenas empresas é de 0,185, tratando-se da maior diferença entre os países listados.

O início da aplicação da lei do bem também coincide com uma subida no percentual de participação da renúncia fiscal governamental no total do gasto privado em P&D de cerca de 10 pontos percentuais. É interessante observar, no entanto, que o montante da renúncia fiscal da lei do bem representava, em 2012, cerca de 6% do total do gasto em P&D das empresas brasileiras. Isso significa que quase todo o aumento do gasto privado em P&D verificado no período pode ser explicado pelas isenções fiscais praticadas a partir da lei do bem.

Além da criação de mecanismos de subvenção e renúncia fiscal, foram criadas, no âmbito da PITCE, novas linhas de financiamento. Nesse caso, cabe destaque para o retorno do BNDES como financiador da inovação. A entrada do BNDES se deu mediante o estabelecimento de três linhas de financiamento: (i) uma linha de financiamento a atividades de P,D&I, para o desenvolvimento direto da inovação, a taxa fixa de 6% mais spread de risco, prazo de 12 anos, participação do Banco em até 100% e dispensa de garantias reais para operações abaixo de R\$10 milhões (Inovação P,D&I), (ii) uma linha para investimentos após a inovação, denominada Inovação Produção, que procura viabilizar investimentos em capacidade produtiva para implementar inovações, e; (iii) uma linha para investimentos não reembolsáveis (FUNTEC).

Completavam o pacote de financiamento, novas linhas no âmbito da FINEP. A linha PROINOVAÇÃO, com financiamento a taxas de juros de 4% a 9%, para médias e grandes empresas, o PAPPE, já mencionado, que tinha como foco alavancar PMEs de base tecnológica, o Programa juro zero, também focado nas PMEs, mas que necessita de

um sistema de aval a ser estabelecido junto a entidades de inovação nos estados. Finalmente, foram alocados recursos da FINEP, do BNDES e da ABDI para dinamizar fundos de financiamento como joint ventures e seed money (Salermo e Daher 2006).

3 Avaliando a política de inovação

A política de inovação adotada será avaliada sob três perspectivas:

- (i) Foco
- (ii) Seleção;
- (iii) Resultados sobre a conduta (mecanismo de transmissão);
- (iv) Resultados sobre o desempenho.

3.1 Sobre o Foco: Os Instrumentos e seus Efeitos sobre P&D

Podemos dividir os instrumentos de apoio à inovação em três grandes grupos:

- (i) aqueles que propõem o fornecimento de crédito ao processo inovador. Duas agências públicas tiveram papel de destaque nesse tipo de instrumento: a FINEP e o BNDES, que passou a exercer um novo papel;
- (ii) subvenções fornecidas à realização de esforço inovador, que também tem como principais agentes a FINEP e o BNDES;
- (iii) incentivos fiscais da Lei do Bem, organizada pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação, e da Lei da Informática, de responsabilidade do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio; e
- (iv) Política de Compras, que tem vários ministérios envolvidas, tendo se iniciado a partir de regulamentação de 2010-2011 (ver Rocha 2018a).

A publicação desses instrumentos, para 2014, está listada na Tabela 1. Os instrumentos listados deverão ter diferentes efeitos sobre as atividades de P&D (Edler et al. (2012). O financiamento à aquisição de máquinas e equipamentos tenderá a ter pouco ou nenhum efeito sobre o gasto empresarial em P&D. Isso ocorre inicialmente porque o financiamento direto é dirigido ao investimento em capital físico para inovar, não ao gasto em P&D. Poderia ser que o efeito fosse indireto, pela complementaridade que o esforço em gastos internos à inovação poderia ter em relação ao investimento em capital físico, seguindo algum princípio de formação de capacidade de absorção (Cohen e Levinthal 1989). É, no entanto, importante ressaltar a maior intensidade do uso desse instrumento por empresas de pequeno porte, sugerindo ser mais provável que se apoiem em fontes externas de inovação, em vez de atividades intramuros (Tabela 1).

Existe um conjunto de instrumentos que não têm efeito direto sobre as atividades de P&D, mas dos quais se espera encontrar alguma complementaridade. Para esses instrumentos, deve ser esperada correlação entre seu uso e os gastos em P&D, mas o impacto sobre o gasto tenderia a ser pequeno. Contudo, o mais importante é que como não dirigem recursos públicos à P&D, o argumento de crowding-out com respeito a esse tipo de gasto tem pouca importância.

O primeiro desses instrumentos é o aporte de capital de risco, que pode estar associados ao investimento acionário, relacionado com capital anjo ou venture capital ou determinadas linhas de investimento da FINEP e do BNDES para projetos de inovação. O aporte de capital de risco é importante principalmente para viabilizar a introdução de uma inovação e deveria ser direcionado a empresas de menor porte. Esse argumento vem na esteira da discussão sobre as hipóteses schumpeterianas.² De acordo com uma dessas hipóteses, empresas de maior porte seriam mais inovadoras em razão da capacidade de acesso que têm ao financiamento de investimentos de alto risco, como é o caso de

² Existem duas hipóteses diferentes que são geralmente agrupadas sob o rótulo de hipóteses schumpeterianas. A primeira diz respeito à existência de uma relação positiva entre concentração de mercado e inovatividade. Essa hipótese foi elaborada por Schumpeter (1942:cap 8). A segunda hipótese diz respeito a uma relação positiva entre tamanho e inovatividade. Ainda que tratada sob o mesmo rótulo, ela tem origem no trabalho de Galbraith (1952).

investimento em inovação.³ Assim, existem duas razões principais para esse tipo de intervenção governamental. A primeira seria a presença de assimetria de informação, em razão da dificuldade de passagem de informação das empresas, principalmente de pequeno porte, para os detentores de capital. A segunda razão seria a dificuldade de apropriação por parte dos financiadores de capital de risco dos frutos do investimento realizado (Ramlogan and Rigby 2012). No entanto, em todos os casos, trata-se da implantação de projetos. A literatura que dá conta desse instrumento está mais preocupada com metas de desempenho, como crescimento da produtividade, do emprego, da receita ou de exportação do que propriamente a metas de conduta (Ramlogan and Rigby 2012). Contudo, toda a ênfase dessa argumentação está em empresas de alta tecnologia, sugerindo a existência de alguma complementaridade das duas variáveis de conduta, ou seja, do investimento em capital para viabilizar uma inovação em relação ao investimento em produção de conhecimento como é o caso de P&D. É importante notar, todavia, que, ao contrário do que seria indicado pelos manuais internacionais, o crédito ao capital de risco é por muitas vezes dedicado a empresas de maior porte no país, ou, pelo menos, é assim declarado na PINTEC (Tabela 1).⁴

O segundo seria o financiamento a processos cooperativos entre universidade e empresa. Nesse caso, o objetivo da política seria criar e estreitar laços, promovendo fluxos de conhecimento entre entes do sistema nacional de inovação. Empresas procuram colaborar com universidades e laboratórios de pesquisa por uma série de razões, entre elas, aceder a conhecimento ou infraestrutura existentes na universidade e identificar força de trabalho em laboratórios. Está claro que objetivos como esses encontram dificuldades no âmbito da mensuração e avaliação de resultados, dado o seu caráter qualitativo (Cunningham and Gok 2012). No entanto, é razoável supor a existência de complementaridade entre esses objetivos e a realização de esforços intramuros, em um funcionamento parecido com a

³ Há mais razões para o melhor desempenho das grandes empresas, como é o caso da existência de uma escala mínima necessária para a realização de esforço inovador, os elevados custos a inovar, escala de vendas, a necessidade de ativos complementares, entre outros.

⁴ Infelizmente, a Tabela 1 não permite a discriminação desse tipo de financiamento. Os microdados da PINTEC permitem, no entanto, essa diferenciação e será feita uma análise a partir deles ao longo do texto. No entanto, o seu uso aqui, com a amostra expandida, seria indevido, dado o recorte não comportar a expansão.

ideia de capacidade de absorção de Cohen e Levinthal (1989). No caso do Brasil, a existência desse tipo de apoio governamental está voltada à realização de subvenção, não-reembolsável, aos institutos de pesquisa e universidades que compõem o sistema nacional de inovação (expressos nos dados da Tabela 1). Em alguns casos, as empresas beneficiadas devem apresentar contrapartida, em outros, não. A experiência de entrevistas de empresas sugere que, na inexistência de contrapartida, o nível de interação entre empresas e universidades e laboratórios de pesquisa é bastante reduzida.

O terceiro instrumento com essa característica seriam as políticas de compras para a inovação. Edquist, Hommen, and Tsipouri (2000:5) definem política de compras para a inovação como a colocação de ordens ou encomendas por produtos ou serviços “inexistentes no momento de sua realização, mas que podem ser desenvolvidos em um período razoável” (tradução livre). A forma como ela pretende influenciar o processo inovador envolve mais do que a simples leitura da definição dá a entender. Principalmente, ela atua, de um lado, incentivando a troca de informações entre agentes públicos e privados, e, de outro, reduzindo a incerteza de mercado do esforço inovador a ser realizado. Logo, a política visa à intensificação dos esforços e, portanto, apesar de indireto se espera a ocorrência de impacto na P&D (Rocha 2018a, 2018). A análise dos dados da Tabela 1 permite verificar que, após o financiamento à aquisição de máquinas e equipamentos, a política de compras tem sido a mais bem sucedida em atender empresas de pequeno porte.

Finalmente, existem aqueles instrumentos que procuram afetar o gasto em P&D diretamente, mediante financiamento ou subvenção, ou indiretamente, mediante incentivos fiscais. Nesse caso, o argumento da aditividade é importante. Está claro que todos aqueles que aplicam para esses recursos estão obrigados a realizar gastos em inovação e, portanto, o importante a se saber é se, a partir do aporte governamental, há aumento do gasto efetivo. Um exemplo desse tipo de instrumento são os incentivos fiscais, como a Lei do Bem, talvez a mais estudada iniciativa de C&T, dado o volume de recursos governamentais envolvidos (Kannebley e Porto 2012, Kannebley, Shimada e De Negri, F. 2016, Colombo 2017) e a lei de informática.

Outros instrumentos de efeito direto sobre a P&D são financiamento e subvenções às atividades de P&D. No caso de financiamento à P&D, o crédito é diretamente relacionado

à atividade de P&D. Esse tipo de programa é antigo, respondendo inicialmente pela denominação Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional (ADTEN), sendo renovado a partir da edição da Lei da Inovação (para uma avaliação do ADTEN, ver Avelar 2008). As subvenções são mais recentes, sendo editadas pela FINEP a partir de 2007. Análise anterior, não quantitativa, do programa PAPPE-inovação foi realizada por Carrijo e Botelho (2013).

Tabela 1. Distribuição das Firms Beneficiárias de Instrumentos de Inovação por Faixa de Tamanho, Brasil, 2012-2014

Faixas de pessoal ocupado nas atividades da indústria, do setor de eletricidade e gás e dos serviços selecionados	Empresas que implementaram inovações									
	Total	Que receberam apoio do governo, por tipo de programa								
		Total	Incentivo fiscal		Subvenção econômica	Financiamento		Compras públicas	Outros programas de apoio	
			À Pesquisa e Desenvolvimento (1)	Lei da informática (2)		A projetos de Pesquisa e Desenvolvimento e inovação tecnológica				À compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar
						Sem parceria com universidades	Em parceria com universidades			
Total	47 693	19 029	1 684	611	361	834	483	14 240	959	3 857
De 10 a 29	27 633	10 728	272	217	77	253	84	8 882	688	1 671
De 30 a 49	7 901	3 171	119	60	64	136	76	2 364	101	829
De 50 a 99	5 934	2 330	167	81	37	121	83	1 673	79	683
De 100 a 249	3 484	1 349	324	123	65	115	77	807	46	332
De 250 a 499	1 293	611	243	52	33	63	41	280	20	162
Com 500 e mais	1 450	840	558	78	86	146	121	234	27	180

Fonte: Extraído da PINTEC (2014).

3.2 A Seleção de Empresas

De uma maneira geral, as empresas que passaram por algum tipo de apoio apresentam características melhores do que aquelas que não tiveram apoio governamental. Elas são em média maiores, apresentam trabalhadores com maior qualificação e maior dedicação a atividades tecnológicas (ver Tabela 2).⁵ Isso sugere que as empresas que são selecionadas pela política de inovação são as melhores do país. Esse tipo de constatação tem dois desdobramentos importantes. O primeiro trata do processo seletivo e sua eficácia em atender os objetivos da política. Assim, se a política se propõe a melhorar as empresas, pode ser um problema selecionar apenas empresas muito boas, que já fariam os esforços de inovação independentemente dos apoios que viessem a receber. A segunda categoria é o viés de seleção como obstáculo estatístico à avaliação da política. Esse segundo problema será tratado na próxima subseção.

De fato, a política de inovação tem uma forte tendência a apoiar empresas que previamente já apresentam alto rendimento. Em 2014, havia 19,2 mil empresas exportadoras, de acordo com a SECEX, contra 17,7 mil exportadoras de 2005. Das que eram exportadoras em 2005, cerca de 7,5% passaram por tratamento da política de inovação, no período de 2005 a 2014, taxa semelhante entre aquelas que eram exportadoras em 2014. Esse percentual é muito superior ao das empresas não exportadoras, conforme pode ser visto na Tabela 3.

Como os dados das empresas não exportadoras reúnem todas as empresas da economia brasileira, não parece surpresa que o percentual de empresas tratadas seja maior entre as que já eram exportadoras. No entanto, é importante notar a variação do percentual de empresas tratadas quando dividimos a amostra de empresas exportadoras de 2014 em dois subconjuntos: (i) empresas que já eram exportadoras em 2005, e (ii) empresas que não eram exportadoras em 2005. Quando se faz essa divisão, as empresas exportadoras de 2014 alcançam 14% de tratamento entre as empresas que já eram exportadoras em 2005. Entre aquelas que não eram exportadoras em 2005, essa taxa cai a 3,6%. Esse dado parece

⁵ A Tabela 2 apresenta o número de empregados das empresas que receberam apoio de acordo com registros administrativos e que estão presentes na RAIS.

revelar o viés de seleção da política para além do que sugere os dados apresentados Tabela 1, ou seja, para além do que é simplesmente o conjunto de empresas aptas a inovar, mas na direção das empresas que já preenchem os requisitos de serem especialmente boas. Aliás, parece haver um pouco mais que isso, ela parece falhar em identificar as empresas que têm potencial para se tornar mais eficientes. De certa maneira, ABDI (2013) antecipa alguns desses resultados ao afirmar que a política de inovação está mais direcionada a empresas que já são exportadoras.

Esse viés é mais elevado para alguns instrumentos. O Gráfico 2 divide os dados da coluna E da Tabela 3 por tipo de tratamento e instituição responsável pela implantação do auxílio. Verifica-se que os benefícios fiscais da Lei do Bem são o instrumento que apresenta o maior viés na direção de empresas que já eram exportadoras em 2005 e menor capacidade de tornar empresas que não eram exportadoras em exportadoras. Os esquemas de subvenções apresentam, por sua vez, uma maior proporção de transformação de empresas não exportadoras em exportadoras. Ao mesmo tempo, a FINEP parece apresentar maior eficiência em tornar empresas em exportadoras do que o BNDES.

Existem algumas possíveis explicações para essas diferenças entre instrumentos e instituições. Primeiro, há a questão do foco do instrumento utilizado. Como foi ressaltado na seção anterior, os instrumentos de subvenção objetivam empresas de menor porte, enquanto os mecanismos de subsídio fiscal estão direcionados a empresas de grande porte. O porte está intrinsecamente relacionado à probabilidade de ser exportadora. Assim, a probabilidade de uma empresa atendida por um instrumento focado em grande empresa já ser exportadora é maior do que o de um instrumento voltado para pequenas empresas.

Segundo, subsídios são benefícios concedidos a ações pretéritas. Não há condicionante entre a obtenção de um subsídio e uma ação futura. Daí, a forte preocupação quanto ao seu caráter substituto ou complementar (Hall and Reenen 2000) e a presença de crowding-out do investimento privado em P&D. Logo, empresas podem simplesmente obter benefícios por ações já praticadas no passado. Em compensação, financiamento e subvenção estão associados a ações futuras, que podem trazer modificações no comportamento das empresas.

Terceiro, existe um elemento de auto-seleção e há outro associado à seleção pela agência financiadora. No caso dos subsídios fiscais, prevalece a auto-seleção. Assim, as empresas devem entender ser lucrativo aplicar ao benefício fiscal em decorrência de suas condutas quanto ao processo inovador. A única função da agência (no caso, o MCTI) seria sobre o atendimento aos requisitos legais da aplicação, ou seja, à verificação do enquadramento dos dispêndios à lei. No caso do financiamento e da subvenção (não-reembolsável), além do elemento de auto-seleção, há uma questão de entendimento da agência com respeito à pertinência daquela aplicação. Esse ponto foi tratado por Lerner (1999) que aponta que um dos principais efeitos dos programas dirigidos ao financiamento e subvenção de atividades tecnológicas para pequenas e médias empresas nos EUA (SBIR) foi conseguir revelar as empresas boas, que posteriormente à concessão das subvenções foram alvo de *venture capitalists*. Assim, a seleção pela agência pode estar relacionada à identificação de um maior potencial para o desenvolvimento inovativo-produtivo da empresa. Por uma questão de experiência, pode ser que a FINEP tenha maior capacidade de identificação desse potencial do que o BNDES e, portanto, daí os melhores resultados. Na verdade, essa questão chama a atenção para a importância da capacidade de identificação do potencial da empresa e do processo inovador. Esse ponto é tratado pela literatura de sistemas orientados por missão (Foray, Mowery e Nelson 2012) de maneira mais estreita e presente em muitos dos projetos da SBIR e será retomado posteriormente neste trabalho.

Ao mesmo tempo, uma análise dos registros administrativos das instituições de fomento à inovação no Brasil permite identificar um certo grau de repetição nas empresas tratadas, tanto entre aquelas que recebem apoio da FINEP, quanto entre as que aplicaram para obter os incentivos fiscais da Lei do Bem (Tabela 4). Lerner (1999) mostra que a repetição de benefícios não necessariamente leva a melhor desempenho, principalmente entre grandes empresas. Deve-se, no entanto, considerar se em uma situação de restrição de crédito como a brasileira esse elemento pode ter influência ou não.

Por fim, a distribuição setorial dos benefícios recebidos não é uniforme. Alguns setores mais intensivos em produção e uso de conhecimento aparecem como mais frequentes na utilização de instrumentos governamentais de apoio à inovação (ver Tabela 5), como é o caso de Computadores, Equipamentos de Telecomunicações, Indústria Automobilística e

Instrumentos. Esse ponto chama a atenção para a necessidade de controle setorial em qualquer análise.

Tabela 2. Número Médio de Empregados, Empregados com Ensino Médio e Empregados em Ocupações Técnicas e Científicas em 2005, por Instrumento de Apoio Usado entre 2005 e 2014, Brasil

	Number of Employees (average) (A)	Number of Employees with at least 12 years of study (B)	Number of Employees in R&D (C)	(B/A)*100	(C/A)*100
Credit (BNDES)	2321.66	1658.54	53.36	71.4	2.3
Business Grants (BNDES)	1032.40	755.27	20.96	73.2	2.0
Credit (FINEP)	830.37	496.69	31.55	59.8	3.8
Business Grants (FINEP)	178.19	143.17	20.29	80.3	11.4
Lei do Bem	1976.28	1005.40	50.80	50.9	2.6
Brazilian Economy	18.10	9.53	0.18	52.6	1.0

Fonte: Elaboração própria a partir da RAIS e dos registros administrativos da FINEP, BNDES e Ministério da Ciência e Tecnologia

Tabela 3. Número de Empresas Exportadoras, tratadas e não tratadas entre 2005 e 2014, Brasil

Exporters and non-exporters (2005)	Exporters and non-exporters (2014)					
	Non-exporters			Exporters		
	No treatment (A)	Treated (B)	C=A+B	No treatment (D)	Treated (E)	F=D+E
Non-exporters	3,581,972	3,800	3,585,772	10,852	408	11,260
Exporters	9,558	223	9,781	6,856	1,115	7,971
Total	3,591,530	4,023	3,595,553	17,708	1,523	19,231

Fonte: Secex e registros administrativos da FINEP, BNDES e Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação.

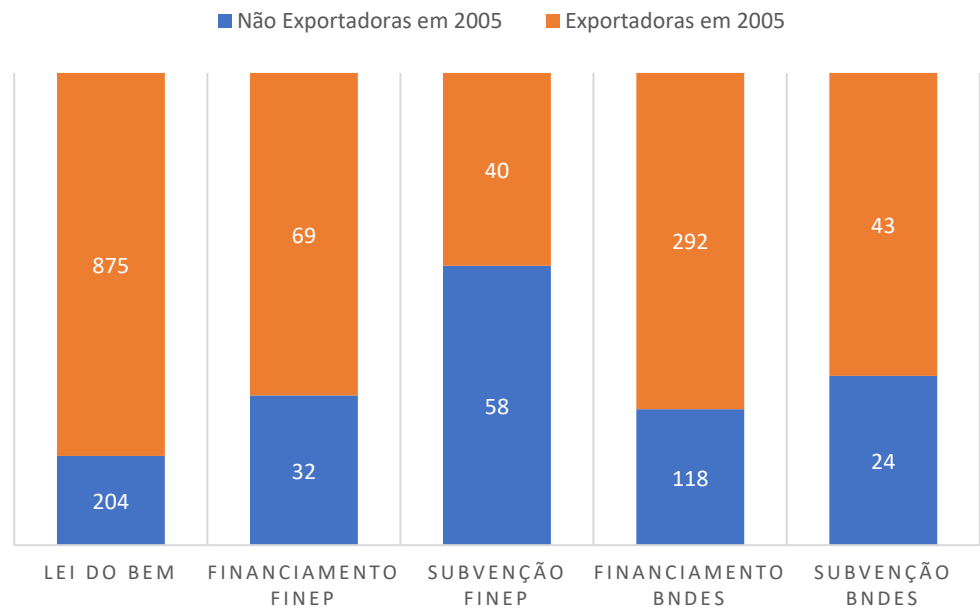
Tabela 4. Número de Contratos e Número de Empresas Apoiadas, por Número de Apoios por CNPJ, Brasil.

Número de suportes por CNPJ	Apoios FINEP		Lei do Bem	
	Número de Contratos assinados	Número de empresas tratadas	Número de apoios concedidos	Número de empresas Tratadas
1	1019	1019	689	689
2	458	229	816	408
3	246	82	924	308
4	108	27	872	218
5	90	18	840	168
6	48	8	618	103
7	7	1	658	94
8	40	5	360	45
9	9	1	171	19
			10	1
11	44	4		
13	13	1		
21	21	1		
Total	2103	1396	5958	2053

Fonte: Registros administrativos da FINEP e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Dados da FINEP referentes ao período 2003-2017, dados da Lei do Bem ao período 2006-2014.

Gráfico 2. Empresas exportadoras de 2014 que receberam apoio entre 2005 e 2014, de acordo com situação de exportação em 2005, por tipo de instrumento e instituição implantadora, Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Secex.

Tabela 5. Empresas que receberam apoio governamental por setor

	Não receberam apoio		Receberam apoio		Total	
	N	%	N	%	N	%
Extração de Carvão Mineral	33	85	6	15	39	100
Extração de Petróleo	105	92	9	8	114	100
Extração de metálicos	90	83	18	17	108	100
Extração de não-metálicos	621	87	91	13	712	100
Alimentos	5222	80	1266	20	6488	100
Fumo	95	91	9	9	104	100
Têxtil	1597	87	231	13	1828	100
Confecções	1196	93	94	7	1290	100
Couro	1092	89	132	11	1224	100
Madeira	1038	91	105	9	1143	100
Papel e Celulose	1390	86	223	14	1613	100
Edição e Gráfica	441	91	43	9	484	100
Refino	1707	87	250	13	1957	100
Química	2337	79	623	21	2960	100
Borracha e Plásticos	1955	84	369	16	2324	100
Não-Metálicos	2412	86	399	14	2811	100
Metais	1660	78	458	22	2118	100
Produtos de Metal	2253	87	334	13	2587	100
Máquinas e equipamentos	7263	82	1585	18	8848	100
Computadores	95	42	129	58	224	100
Material Elétrico	1265	73	457	27	1722	100
Material Eletrônico e Telecomunicações	258	59	182	41	440	100
Instrumentos	568	68	265	32	833	100
Veículos	1377	75	465	25	1842	100
Outros Veículos	385	81	92	19	477	100
Móveis e Ind. Diversas	2379	81	556	19	2935	100
Reciclagem	26	100	0	0	26	100
Eleticidade	88	81	20	19	108	100
Total	38948	82	8411	18	47359	100

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados da PINTEC.

3.3 Tratando o Viés de Seleção

A análise desenvolvida na subseção 2.2 implica que o melhor resultado sob o ponto de vista de dispêndio em P&D pode ser consequência de algum viés de seleção da política adotada na direção de empresas melhores. Viés de seleção pode ser resultante de dois movimentos. De um lado, as empresas de maior qualificação podem ter maior probabilidade de se apresentar para a obtenção de um benefício específico. De outro, os gestores da política de inovação podem estar mais inclinados a apoiar empresas que sentem ter maior probabilidade de serem bem-sucedidas. Em ambos os casos, as empresas

poderão ser melhores não pelo fato de serem tratadas pela política de inovação, mas serem tratadas pela política porque são melhores. Logo, a aferição dos resultados da política deverá levar em conta o viés de seleção.

Para tentar corrigir o viés de seleção, dois exercícios serão propostos: (i) a elaboração de um sistema de pareamento com o objetivo de comparar o desempenho de empresas parecidas; e (ii) a realização de regressões usando o método de diferenças em diferenças. Deve-se ressaltar que uma alternativa de trabalho em conjunto com os dois métodos poderia ser a elaboração de exercícios em painel com efeitos fixos, procurando assim controlar para características próprias da empresa. Esse método é, no entanto, inviabilizado pelas características de amostragem da PINTEC fazendo com que seu uso implicasse perda excessiva de observações, viciando a amostra na direção de empresas com 500 ou mais empregados, que pertencem ao estrato certo da PINTEC.

A maior parte dos estudos recentes de aferição dos resultados de política de inovação utilizam um método quase-experimental para compor uma amostra de controle com características semelhantes à amostra de empresas tratadas por intermédio de processos de pareamento. O objetivo do pareamento é igualar a distribuição de características escolhidas das empresas tratadas e de sua amostra de controle. O pareamento ideal identificará gêmeos idênticos àqueles que receberam tratamento.

O uso de pareamento requer um desenho adequado do experimento, enfatizando as características da firma que são exógenas (não são afetadas) como resultado do tratamento recebido (Stuart 2010). A abordagem do desenho do experimento deve envolver uma análise adequada das características da firma não influenciadas. Essas variáveis idealmente devem incluir todas as características da firma que afetam o resultado. Esse tipo de análise tem dois tipos principais de restrições. Em primeiro lugar, a informação disponível das características da firma que podem afetar o resultado pode ser limitada. Em segundo lugar, o número de observações e o tamanho da amostra podem ser insuficientes para um desenho preciso do experimento. Essas duas restrições são geradoras de conflitos mútuos, ou seja, o atendimento de uma restrição pode ser comprometido pela presença da outra.

Stuart (2010) lista quatro medidas de distância para construir um exercício de pareamento: (i) o pareamento exato (exact matching), (ii) Mahalanobis; (iii) propensity score; e (iv) propensity score linear. Se o objetivo é encontrar os gêmeos idênticos, a melhor opção sempre deverá ser o pareamento exato. No entanto, o uso dessa técnica apresenta duas limitações principais. Na medida em que se introduzem mais variáveis, o método requer a presença de uma quantidade elevada de observações para atender aos requisitos da técnica ou, ao contrário, o abandono de observações de empresas tratadas. Esse efeito também aparece quando a variável de controle apresenta uma quantidade elevada de valores, tornando difícil o preenchimento dos requisitos. Assim, o PSM aparece como o método mais utilizado de pareamento. King e Nielsen (2016) argumentam, no entanto, que o uso de PSM – dadas suas tentativas de aproximar o exercício de um experimento aleatório, em vez de bloquear o experimento aleatório – pode, ao contrário do que inicialmente desejado, ampliar a variância das variáveis de controle, aumentando o desbalanceamento amostral. Assim, uma maneira de atender os requisitos do pareamento é aproximar o método de pareamento exato usando um pareamento exato aproximado (coarsened exact matching), em que em vez de se usar valores exatos das variáveis, trabalha-se com faixas de valores. A Tabela 6 apresenta os critérios utilizados para a realização do pareamento. Procurou-se usar apenas aqueles que não seriam afetados pelas políticas de inovação. A única variável que pode ter algum efeito da política de inovação é o fato de a empresa se declarar inovadora ou não. A estrutura do questionário da PINTEC retira das respostas sobre qualquer outra variável aquelas empresas que não inovaram ou têm projetos incompletos. Então, a opção foi trabalhar apenas com aquelas empresas respondentes. Foi realizado um exercício de pareamento em separado para cada tipo de instrumento.

A intensidade do gasto privado em P&D (razão entre gasto privado em P&D e receita líquida de vendas) assume valores entre zero e um,⁶ assim, trata-se de uma variável censurada inferiormente e superiormente. Por isso, optou-se por rodar regressões tobit, seguindo:

⁶ Deve-se alertar que foram excluídas as raras observações que registraram intensidade do gasto superior a 1, entendendo-se tratar de erro de preenchimento.

$$\frac{P\&D \text{ privado}}{RLV} i = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + u_i | \mathbf{x}_i \sim Normal(0, \sigma) \quad (1)$$

$$\frac{P\&D \text{ privado}}{RLV} i = \max\left(0, \frac{\text{private R\&D}}{\text{sales}} i\right) \quad (2)$$

em que $\mathbf{x}_i$ é um vetor de variáveis de controle que dizem respeito a características da firma, tal como a participação no programa analisado, pessoal ocupado e salário médio.⁷

Em seguida, realizou-se a divisão dos efeitos da política em duas partes (two-part model): (i) o efeito sobre a probabilidade de realização de P&D, representado por um modelo probit em que a variável dependente assume valor 1 quando o P&D é positivo e 0 nos demais casos; e (ii) o efeito sobre a intensidade da P&D. Nesse caso, retiram-se as observações que registraram 0 e testa-se a hipótese de efeito da inovação sobre a P&D apenas com as empresas que registraram P&D positivo, usando mínimos quadrados ordinários.

O segundo exercício é feito por intermédio de um modelo de diferenças em diferenças. O uso de diferenças em diferenças é obtido por intermédio da comparação do desempenho de dois grupos em dois períodos distintos. O primeiro grupo é submetido a um tratamento no segundo período, mas não no primeiro. Enquanto o segundo grupo não é submetido a tratamento. Assim, testa-se a equação:

$$\frac{P\&D \text{ privado}}{RLV} i = \alpha + \alpha T_i + \beta P_i + \gamma T_i * P_i + \mu_i$$

Em que T é uma dummy que assume valor 1 no segundo período e 0 no primeiro, P é uma variável de política que assume valor 1 para as empresas tratadas e 0 para as empresas da amostra de controle e T*P uma variável interação. O interesse está justamente no valor de γ .

⁷ Foram também rodadas especificações das equações usando dummies setoriais, forma quadrática e com controle para aplicação simultânea de outras políticas, incluindo variáveis de interação. Os resultados para as variáveis dummies de política sofreram pouca alteração.

Tabela 6. Critérios para o Coarsened Exact Matching

Variable	Strata
Size	3 - 10 to 29 employees
	4 - 30 to 99
	5 - 100 to 249
	6 - 250 to 499
	7 - 500 to 999
	8 - 1000 or more
Average wage	inferior 25%
	25% to 50%
	50% to 75%
	upper 25%
Sector	by ISIC3
	15-19
	20-22
	23-25
	26
	27-29
	30-33
	34-35
	36
Innovative firm	1 - if yes
	0- otherwise

Fonte: Elaboração própria.

3.4 A Base de Dados

Para analisar a conduta e o desempenho das empresas, utilizou-se a base de dados da Pesquisa de Inovação do IBGE (PINTEC). Ela está disponível para os anos 2000, 2003, 2005, 2008, 2011 e 2014, seguindo o Manual de Oslo elaborado para a realização das Pesquisas de Inovação da União Europeia. O questionário contém questões qualitativas e quantitativas. As perguntas qualitativas indagam sobre o comportamento ou o desempenho da empresa nos últimos três anos, enquanto as questões quantitativas dizem respeito apenas ao ano da pesquisa.

O desenho amostral da pesquisa procura captar a totalidade das empresas com 500 ou mais empregados e uma amostra aleatória de empresas nas demais faixas de tamanho usadas pelo IBGE: 10 a 29, 30 a 99, 100 a 249, 250 a 499, procurando adquirir

representatividade setorial e regional. A pesquisa parte também do princípio de que a inovação é um evento ocasional e assim procura cobrir todas as firmas que, com garantia, tiveram comportamento inovador destacado, usando registros das agências financiadoras das atividades de inovação, de propriedade intelectual, entre outros.

O desenho amostral torna, no entanto, avaliações intertemporais (entre pesquisas) viciadas na direção de grandes empresas, razão pela qual se deve ter algum cuidado no cruzamento de dados entre pesquisas, o que delimitou parte dos exercícios a serem desenvolvidos neste trabalho.

Escolheu-se por avaliar a conduta por intermédio dos efeitos da política de inovação no esforço inovativo, medido pela razão entre os gastos privados em P&D interno e a receita líquida de vendas. Os gastos privados em P&D são definidos pelos gastos internos em P&D (questão 31 na versão 2014 do questionário da PINTEC) deduzidos dos valores que tiveram financiamento público obtidos a partir das questões 40.1 a 40.3 da PINTEC 2014. A escolha dessa variável tem por objetivo avaliar apenas o efeito sobre o gasto da empresa, deduzidas eventuais transferências governamentais realizadas pelo próprio instrumento que está sendo testado e, portanto, adições serão diretamente derivadas do aumento do gasto próprio, reduzindo problemas de substitubilidade dos gastos públicos e privados. A receita líquida de vendas da PINTEC é obtida a partir das informações constantes na Pesquisa Industrial Anual (PIA). A PIA procura entrevistar todas as empresas com 30 ou mais empregados, mantendo uma amostra aleatória das empresas de 5 a 29 empregados. A receita líquida de vendas das empresas constantes na PINTEC, mas ausentes na PIA é obtida por imputação por intermédio de um modelo estatístico da PINTEC. Optou-se por evitar essa extrapolação, obtendo-se os dados diretamente da PIA, resultando em perda de observações de empresas de 10 a 29 empregados.

Tabela 7. Estatísticas descritivas de variáveis selecionadas para empresas que receberam apoio e não receberam apoio governamental, Brasil, Indústria de Mineração e Transformação, edições 2003, 2005, 2008, 2011 e 2014

	policy	po	inov	Salário médio	pd	Intpd	pdpriv	intpdpriv
Não-tratada	N	38948	38948	38942	38948	38948	38948	38948
	Média	314.7	0.402	13967	189.7	0.00217	189.0	0.00216
	DP	936.7	0.490	14180	4278	0.0153	4278	0.0151
Tratada	N	8411	8411	8411	8411	8410	8411	8410
	Média	854.2	0.964	15458	4676	0.0127	4013	0.00935
	DP	2915	0.187	18000	51168	0.143	48294	0.0585
Total	N	47359	47359	47353	47359	47358	47359	47358
	Média	410.5	0.502	14232	986.4	0.00405	868.2	0.00343
	DP	1508	0.500	14941	21976	0.0620	20769	0.0283

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados da PINTEC.

Os instrumentos de apoio à inovação presentes nas diferentes edições da PINTEC variam de acordo com a edição. A análise cobre os anos de 2003 a 2014 com os seguintes instrumentos:

- (i) Incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica (Lei nº. 8.661, Lei nº. 10.332, Lei nº. 11.196);
- (ii) Incentivo fiscal Lei de Informática (Lei nº. 10.176, Lei nº. 10.664, Lei nº. 11.077);
- (iii) Participação em projetos de P&D e inovação tecnológica em parceria com universidades e institutos de pesquisa, com apoio financeiro público;
- (iv) Financiamento à compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar;
- (v) Recursos não reembolsáveis destinados à inovação;
- (vi) Financiamento a atividades de P&D;
- (vii) Bolsas oferecidas pelas fundações de amparo à pesquisa e RHAEC/CNPq para pesquisadores em empresas;
- (viii) Aporte de capital de risco; e
- (ix) Participação em políticas de compras; e
- (x) Outros.

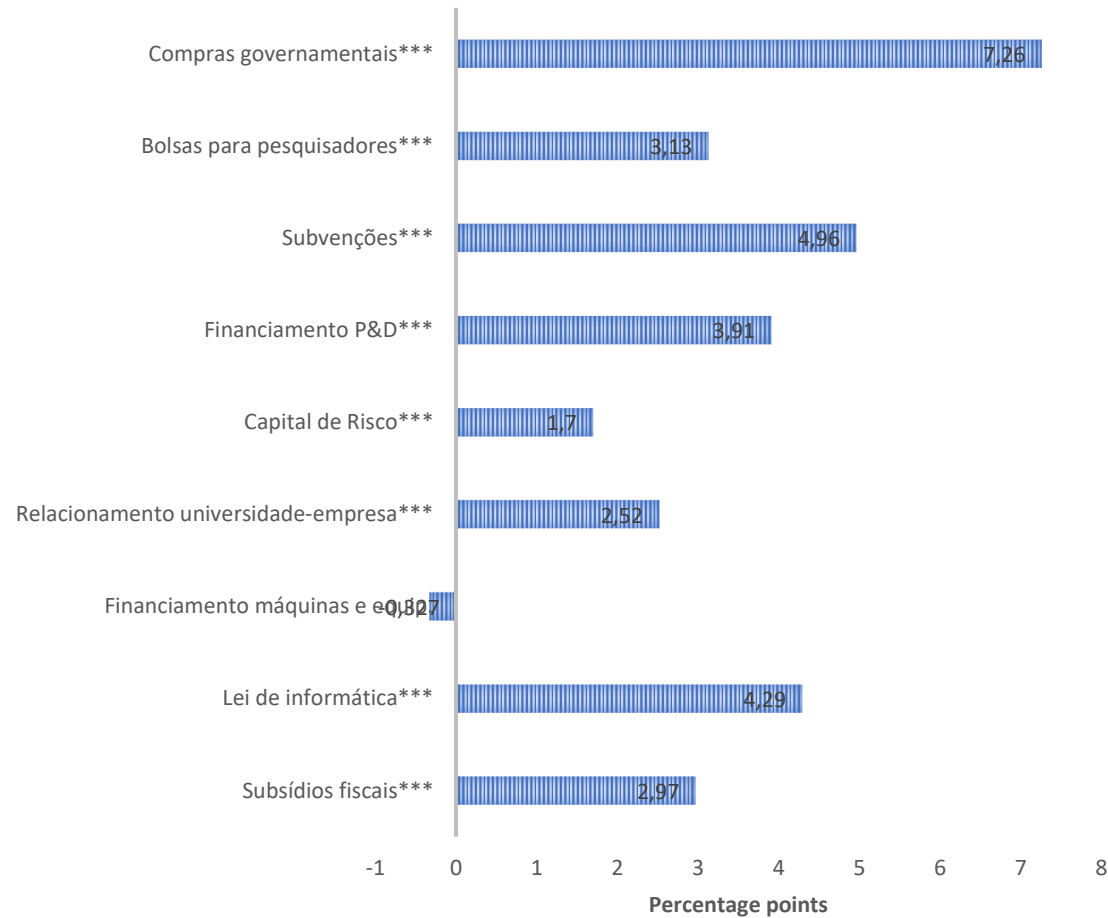
4 Resultados sobre conduta

Os resultados das regressões tobit após a realização do pareamento para os dez instrumentos de política utilizados no período são apresentados no Gráfico 3. Pode-se perceber que, com a exceção de “financiamento à aquisição de máquinas e equipamentos”, que não tem nenhum efeito sobre o dispêndio em P&D, todos os demais instrumentos têm efeito positivo sobre a intensidade do gasto privado em P&D. No caso do financiamento a aquisição de máquinas e equipamentos, não parece ser objetivo do instrumento incrementar o gasto em P&D. Ao contrário, pode-se argumentar que o uso desse instrumento seria mais intensivo nos casos de empresas cujas fontes de inovação são majoritariamente externas aos seus muros. Não é à toa que esse instrumento é majoritariamente utilizado por empresas de pequeno porte e é disparadamente o mais popular entre os instrumentos nesse porte de empresa. Portanto, não haveria razão para se supor que o uso desse instrumento deveria ter impacto positivo sobre a P&D.

Três outros instrumentos não teriam efeito direto sobre a P&D de acordo com Edler et al. (2012), ainda que efeitos indiretos fossem esperados: (i) compras governamentais; (ii) financiamento para capital de risco; (iii) financiamento ao relacionamento entre universidade e empresa. Nesses casos, vê-se que os efeitos são positivos e significativos a 1%, e, em compras governamentais, são inclusive os maiores entre aqueles listados no Gráfico 3.

Todos os instrumentos de efeito direto apresentaram impacto positivo. Os sinais para as isenções fiscais da Lei do Bem e da Lei da Informática são positivos e significativos, o mesmo ocorrendo com os sinais de subvenção para a contratação de pesquisadores e para investimento em P&D e o financiamento direto aos gasto de P&D.

Gráfico 3. Efeitos dos instrumentos de política sobre os dispêndios privados em P&D, modelo tobit, pontos percentuais



Fonte: Elaboração própria a partir de microdados da PINTEC.

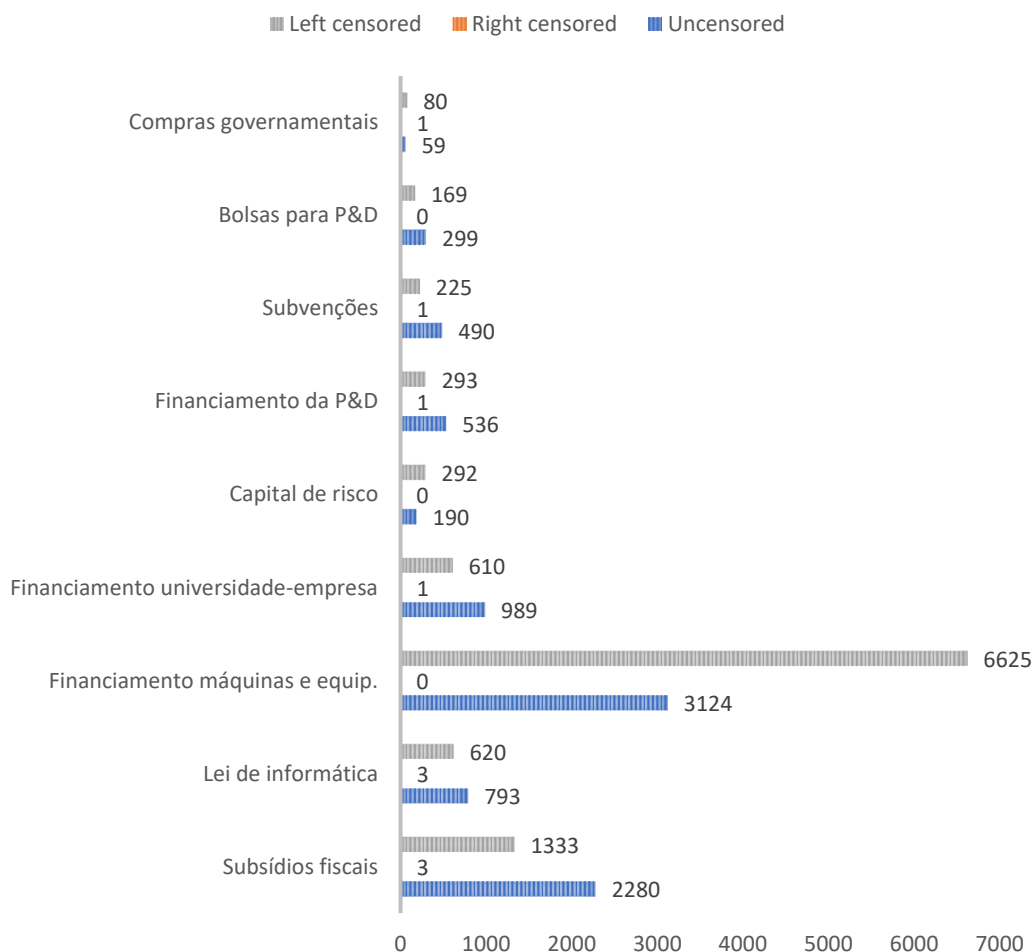
***Significativo a 1%.

**Significativo a 5%.

*Significativo a 10%.

Como ressaltado acima, os resultados do Gráfico 3 refletem dois efeitos. De um lado, a política pode aumentar a propensão a realizar P&D, de outro, a intensidade. A distribuição dos zeros em cada regressão pode ser observada no Gráfico 4. Para separar esses dois efeitos, rodou-se um modelo em duas partes, verificando-se, primeiro, o efeito sobre a probabilidade de realização de P&D e, depois, sobre sua intensidade.

Gráfico 4. Observações censuradas nas regressões tobit



Fonte: Elaboração própria a partir de microdados da PINTEC.

Os resultados do modelo em duas partes são apresentados no Gráfico 5. O financiamento à aquisição de máquinas e equipamentos aparece negativo nas duas regressões, tanto no modelo PROBIT, que utiliza toda a amostra, quando no modelo de mínimos quadrados ordinários, que analisa apenas as empresas com P&D positivo, reforçando a impressão de que o instrumento pouco tem de relação com os gastos privados em P&D, e, ao contrário, está relacionado com formas e fontes de inovação externas às empresas.

No caso dos instrumentos em que se esperava apenas um impacto indireto no gasto em P&D, os resultados são mistos. Compras governamentais aparecem com sinal positivo e significativo no modelo probit, mas, no modelo OLS, o sinal é não significativo. Algumas explicações devem ser levadas em consideração. Em primeiro lugar, deve-se notar que o instrumento só é relatado na edição 2014 da PINTEC. Assim, o número de observações

consideradas é muito inferior ao dos demais instrumentos, o que pode estar afetando tanto a variância, quanto a significância dos resultados. Em segundo lugar, e de maneira mais importante, o instrumento parece ser eficiente em incentivar as empresas a realizar esforço tecnológico, o que parece estar alinhado com os objetivos para esse instrumento específico, na medida em que o esforço tende a aparecer como uma atividade complementar à demanda por inovação por parte do ente governamental. Esse ponto é bastante enfatizado em Rocha (2018) que trata dos fornecedores do setor de petróleo e gás no Brasil. Ali, as empresas que ingressaram no programa de compras do setor tenderam a apresentar maior probabilidade de engajamento de esforço inovativo, sendo o efeito mais intensivo nas empresas de menor porte do que nas empresas de maior porte. Esse resultado também auxilia a distanciar a ideia de que o fornecimento para o governo está associado a menor intensidade tecnológica (ver Rauen 2010 e Rauen 2014).

No caso de capital de risco, o Gráfico 5 sugere haver um efeito positivo de cerca de 11% sobre a probabilidade de realizar P&D, significativo a 5%. O efeito sobre a probabilidade de realizar P&D seria esperado, dada a existência de complementaridade entre a realização de um investimento de instalação ou renovação de uma unidade de produção e a geração de conhecimento. No que se refere à intensidade, o efeito tem pouca significância estatística (significativo a 10%) e o coeficiente se reduz (1,11 contra 1,7 na regressão tobit). De um lado, pode ser que o maior esforço inovador tenha sido feito anteriormente ao investimento em capital de risco, o que levantaria alguma discussão sobre a continuidade ou descontinuidade do esforço inovador, de outro lado, o menor impacto está em consonância com a ideia de efeito apenas indireto sobre a intensidade do gasto em P&D. A evidência confirma a hipótese levantada em Edler et al. (2012) que esse tipo de intervenção governamental apresenta um efeito menor do que as demais.

O financiamento para a interação universidade-empresa tem comportamento semelhante. O uso do instrumento aumenta a probabilidade de realização de esforço inovativo, mas não parece afetar a sua intensidade. Conforme levantado anteriormente, o formato desse tipo de apoio é o direcionamento de recursos públicos não reembolsáveis para os laboratórios de pesquisa e universidade que firmariam acordo com as empresas. O apoio não prevê direcionamento de recursos públicos às empresas e, em alguns casos, após 2011, preveem contrapartida de apoio das empresas envolvidas aos próprios laboratórios.

No caso de inexistência de contrapartida, é usual que as empresas envolvidas sejam apenas locais de teste ou de aplicação de resultados acadêmicos e que a interação seja apenas marginal.⁸ Então, aparentemente, a existência de atividade inovadora dentro da empresa parece muito mais ser um requisito de capacitação interna suficiente para compreensão dos testes e aplicações acadêmicos. De toda a maneira, a previsão desse reduzido efeito estava presente em Edler et al. (2012). Da mesma forma, Hasenclever et al. (2013), baseados em estudos de caso, sugerem que, apesar do potencial existente de transferência de conhecimento básico das universidades para as empresas por intermédio de esquemas de cooperação, mas que para isso as empresas devem aumentar o gasto em P&D, estando alinhado com o tipo de resultado aqui obtido. Pode-se também identificar por intermédio de entrevistas que as empresas que ingressam em relações de cooperação com universidades e laboratórios de pesquisa, financiados por agências públicas, muitas vezes apresentam reduzida cooperação, estando os esforços muito mais concentrados em iniciativas acadêmicas das universidades.

No que se refere aos instrumentos de efeito direto sobre a P&D, as maiores surpresas parecem surgir dos incentivos fiscais. Tanto aqueles associados à Lei do Bem, quanto aqueles relacionados com a lei de informática apresentam sinal positivo e significativo quanto à probabilidade de se realizar P&D, significativo a 1%, mas o sinal aparece sem significância quando se analisa o efeito sobre o aumento da intensidade da P&D. A Lei do Bem talvez seja o instrumento mais estudado entre aqueles adotados pela política de inovação no país. Os resultados prévios indicavam ser o instrumento de maior sucesso. ABDI (2013) e Kannebley e Porto (2012) baseiam suas conclusões a partir de análise de dados da Relação Anual de Indicadores Sociais (RAIS) analisam o efeito do instrumento sobre o número de trabalhadores em ocupações técnicas e científicas (PoTec). Esses resultados se manteriam mesmo quando excluindo os zeros da variável dependente, o que coincidiria com o procedimento adotado pelo modelo em duas partes aqui utilizado. Isso geraria uma aparente contradição entre os dois exercícios. O trabalho de Colombo (2017) ajuda a resolver esse problema. Colombo usa como variável dependente o gasto em P&D

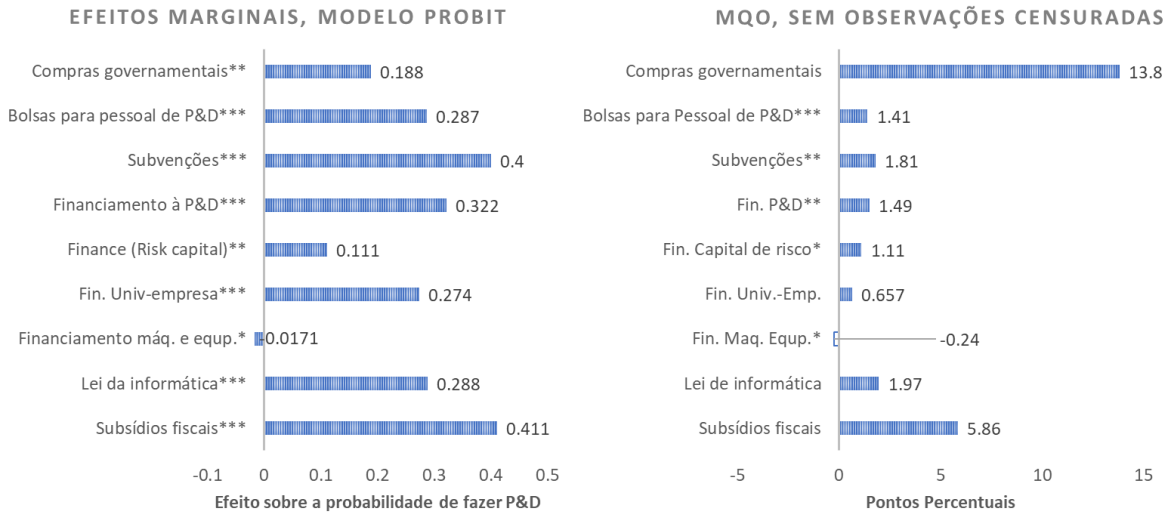
⁸ Essa observação é feita com base em entrevistas presenciais do autor em outros projetos que envolviam a formulação de políticas públicas direcionadas à inovação. Não há elemento, com base nos testes, para essa afirmação.

reportado na PINTEC. De acordo com seus resultados, o gasto médio adicional seria inferior à isenção média de impostos. Assim, apesar de aumentar o gasto total em P&D, a Lei do Bem não aumentaria o gasto privado, tendo um efeito crowding-out incompleto. Este trabalho ao usar apenas o gasto privado parece concordar com o resultado afirmando que a Lei do Bem não aumenta o gasto privado em P&D.

No caso da Lei de Informática, apesar de oferecer benefícios para a realização de P&D, ela não se limita a eles e os efeitos esperados não seriam tão intensos quanto aqueles presentes na Lei do Bem. O resultado parece concordar com trabalhos anteriores como Kannebley e Porto (2012) e ABDI (2013).

Os instrumentos de intervenção direta financiamento a P&D, subvenção econômica e bolsas para pesquisadores apresentam sinal positivo e significativo tanto no que se refere à probabilidade de realização da P&D, quanto no que se refere a sua intensidade. A capacidade de direcionamento por parte das agências ofertantes do crédito e das subvenções, ressaltada acima, e o atrelamento do benefício a uma ação futura parecem ser o principal elemento explicativo desse efeito positivo dos três tipos de instrumento.

Gráfico 5. Modelo em Duas Partes



Fonte: Elaboração própria a partir de microdados da PINTEC.

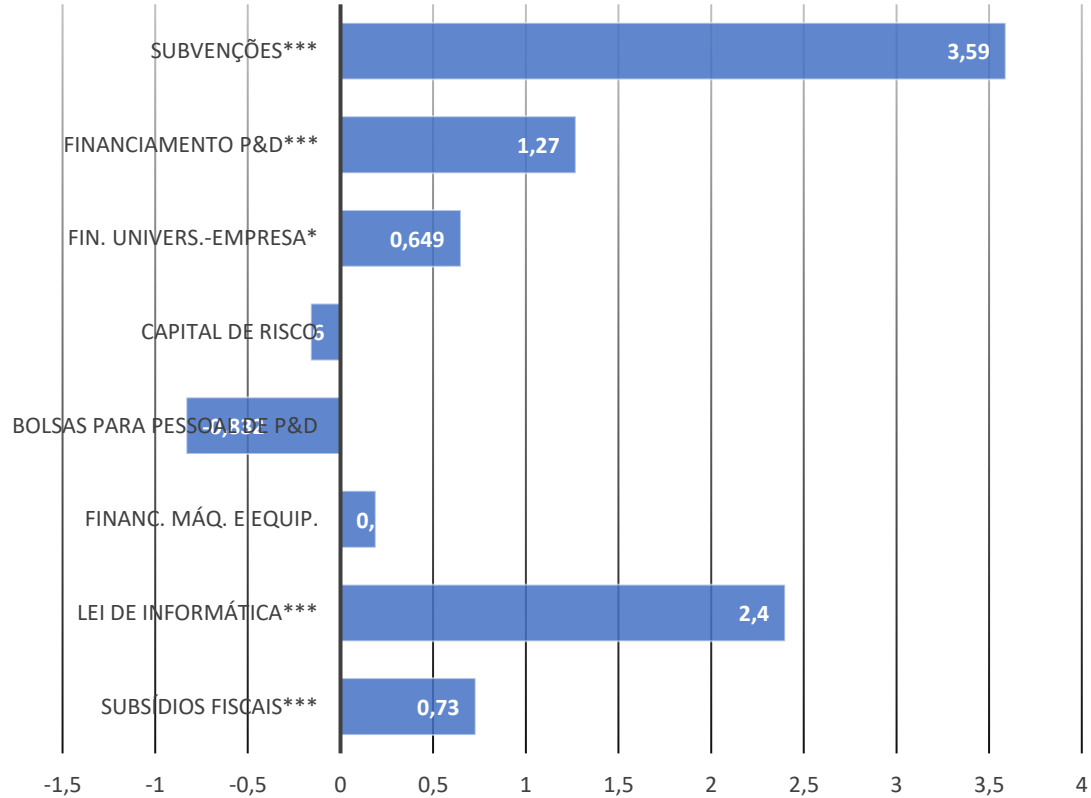
***Significativo a 1%.

**Significativo a 5%.

*Significativo a 10%.

Os resultados para o termo de interação do modelo diff-in-diff são apresentados no Gráfico 6, que não conta com o instrumento de política de compras em razão de só ser reportado em 2014. Eles diferem dos resultados da análise que utiliza pareamento. Primeiro, subvenções, financiamento de P&D, Lei de Informática e Lei do Bem aparecem como os instrumentos de maior impacto, justamente aqueles em que maior impacto direto é esperado. O financiamento à interação entre universidade e empresa aparece como relevante, mas significativo apenas a 10%. Os demais mecanismos com efeitos indiretos não são significativos estatisticamente. Isso sugere que a intervenção governamental é eficaz em alterar a trajetória do dispêndio em P&D apenas quando se propõe a diretamente influenciar as atividades de P&D.

Gráfico 6. Termo de Interação, Modelo de Diferenças em Diferenças em Painei



Fonte: Elaboração própria a partir de microdados da PINTEC.

5 Produtividade

Para a mensuração do efeito da política sobre a produtividade, optou-se pela realização de testes usando diff-in-diff. A variável dependente foi definida pela razão entre valor da transformação industrial (VTI) e pessoal ocupado, conforme definidos na PIA. Os valores do VTI foram deflacionados usando deflatores a três dígitos baseados no IPA-OG, divulgado a dois dígitos pela FGV. O ano referência de cálculo da produtividade é 2005 e o ano final é 2014. Foi elaborada uma variável de tempo, que assumia valor zero para 2005, e um, para 2014, uma variável de tratamento, que assumia valor 1 se a firma tivesse sido objeto de tratamento entre 2006 e 2008 (PINTEC 2008) e entre 2009 e 2011 (PINTEC 2011) e uma variável interação que multiplicava a variável temporal e a variável de tratamento. Foram elaborados dois testes adicionais. No primeiro caso, analisava-se o efeito da variável de política entre 2006 e 2008 e entre 2009 e 2011 isoladamente. No segundo caso, realizou-se um exercício de Coarsened Exact Matching com as mesmas variáveis operadas acima para retirar alguma possibilidade de viés de seleção e, em seguida, fez-se a regressão de diff-in-diff.

Os resultados são apresentados na Tabela 8. Nela, vê-se que, no geral, as empresas tratadas pelos instrumentos de política de inovação aparecem com resultados positivos e significativos. Os maiores coeficientes são obtidos por subsídios fiscais, que aparecem significativos em 1% e com coeficientes elevados em todas as quatro regressões. Zucoloto et al. (2017) também obtêm impacto positivo do tratamento pela Lei do Bem sobre a produtividade (naquele caso, medido pela produtividade total dos fatores).⁹ Entendendo-se a análise com pareamento como a melhor estimativa, pode-se chegar à conclusão que o impacto do tratamento é um diferencial de produtividade por trabalhador de cerca de R\$ 146 mil. Um pouco menos relevante, mas ainda de impacto forte, estão os subsídios fiscais disponibilizados pela Lei da Informática, que assumem 1% de significância nas

⁹ Existem importantes diferenças nos dois exercícios. Aqui, não é feita uma análise nem do estoque de capital, nem do estoque de P&D, enquanto Zucoloto et al. (2017) calculam ambas variáveis. Lá, são usadas técnicas de painel, aqui evitadas e o tratamento entra nas equações sem defasagem de tempo sobre o resultado. No trabalho do IPEA, não há menção sobre a forma de cálculo da produtividade total dos fatores, principalmente no que se refere ao estoque de capital. Os problemas advindos desse tipo de procedimento podem ser vários e a sensibilidade a diferentes especificações tende a ser grande.

regressões sem pareamento e 5%, na regressão com pareamento, com impacto rondando a casa dos R\$ 100 mil, nesse último caso.

Instrumentos de intervenção direta como a subvenção à P&D, bolsas para pessoal de P&D e financiamento à P&D assumem o segundo posto no impacto sobre a produtividade. Em todos esses casos, o nível de significância nas regressões sem pareamento aparece em 1% e com pareamento em 5% e a dimensão do impacto em termos de produtividade é semelhante àquela obtida pela Lei do Bem.

O financiamento à aquisição de máquinas e equipamentos aparece como menos significativa nas amostras cortadas temporalmente, mas significativa a 1% na amostra com pareamento, tendo um diferencial médio de produtividade em relação à amostra de controle pareada de R\$ 33 mil, o mais baixo entre os instrumentos, mas pode ser justificado pelo menor tamanho médio das empresas que recebem esse tipo de apoio.

Finalmente, instrumentos indiretos como o fornecimento de crédito para capital de risco e apoio à interação universidade empresa têm os menores efeitos. Em ambos os casos, no entanto, o efeito é positivo, ainda que o grau de significância, para a amostra pareada, seja significativo a 5%, para capital de risco, e 1%, para interação universidade-empresa. Essa última situação merece uma relativização, pois os recursos públicos são direcionados à universidade e não à empresa. Assim, uma melhor avaliação deveria levar em conta os efeitos sobre a universidade.

Tabela 8. Variável Interação das Regressões Diff-in-Diff, por tipo de tratamento

Tratamento	Treated Firms in 2006-2008 and 2009-2011 (1)	Treated Firms in 2006-2008 (2)	Treated Firms in 200-2011 (3)	Amostra com tratamento em 2008 e 2011 e com Pareamento
Subsídios Fiscais	296,542***	335,417***	298,942***	146,503***
Lei de informática	181,699***	249,537***	170,069***	104,261**
Fin. Univ. Emp.	217,489***	223,877***	250,422***	77,669*
Fin. Maq. Equip	41,857***	49,192**	42,170*	33,607***
Bolsas	278,670***	216,322***	418,958***	155,587**
Capital de Risco	101,960*	151,703*	57,680	124,437**
Subvenção Econômica	312,122***	351,345***	294,944***	127,554**
Financiamento a P&D	280,395***	315,087***	298,769***	126,231**

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados da PINTEC.

6 Comentários e discussão

Os resultados aqui apresentados sugerem a necessidade de refletir sobre duas características importantes da política de inovação adotada pelo Brasil durante o período de 2005 a 2014. De um lado, há evidência para se afirmar algum sucesso da política em aprimorar as empresas tratadas. Aparentemente, as empresas tratadas pelos diferentes instrumentos apresentam uma maior intensidade de gasto privado em P&D do que seus pares, adotando-se diferentes formas de se controlar para viés de seleção. Esses resultados parecem contrastar com ABDI (2013), que talvez seja o exame da política de inovação de maior profundidade realizado até o momento. Naquele estudo, as conclusões apontavam apenas a subvenção oferecida pela FINEP e a Lei do Bem com resultados positivos, com efeitos mais significativos desse último. Aqui, ao contrário, encontra-se que os instrumentos de intervenção direta têm, no geral, um impacto positivo sobre a intensidade de P&D, mesmo usando-se um indicador mais restritivo, como a intensidade do gasto privado em P&D, do que aquele usado por ABDI (2013), ou seja, pessoal em ocupações científicas e técnicas – PoTec, e justamente os subsídios associados à Lei do Bem aparecem como de impacto mais duvidoso toda vez que retiramos da amostra testada as empresas que aparecem com gasto em P&D igual a zero. Apesar das bases diferentes, o contraste dos resultados podem estar associados a: (i) a capacidade de separação do

financiamento a capital de risco do financiamento à P&D, auxiliado pelas perguntas da PINTEC, que daria ao financiamento em P&D um impacto maior ao se retirar instrumentos que apenas indiretamente deveriam afetar a P&D, e que, de fato, apresentam um efeito mais débil; (ii) a possibilidade de uso de painel com efeitos fixos no estudo da ABDI que permite um melhor controle sobre o viés de seleção, o que pode ter reduzido o impacto de diferentes instrumentos, e está impossibilitado de ser usado na PINTEC dada a característica amostral da pesquisa; e (iii) o uso de um indicador que retira o gasto governamental, o que pode estar impactando negativamente as empresas tratadas pela Lei do Bem. Assim, de fato, a Lei do Bem não aumentaria o gasto privado em P&D, retirando o caráter de complementaridade do auxílio, passando-se à neutralidade do instrumento e condizente com os resultados obtidos por Colombo (2017).

Os instrumentos de efeito indireto sobre a P&D aparecem significativos na maioria das equações, apresentando complementaridade entre esforço tecnológico empresarial e a mudança de conduta final objetivada pelo instrumento. Os resultados são particularmente relevantes no caso de compras governamentais, dado o grande envolvimento de pequenas e médias empresas nesse tipo de instrumento, o que sugere um potencial de capacitação e de aumento do conteúdo tecnológico nessas empresas, pouco alcançadas por outras formas de intervenção governamental. No entanto, é importante colocar que os instrumentos que visam a outros canais de transmissão devem ser examinados com maior profundidade a partir dos objetivos que pretendem preencher.

Por fim, as firmas selecionadas para ser tratadas, em quase todos os instrumentos, obtiveram resultados positivos com respeito ao aumento da produtividade. Nesse caso, o objetivo último das políticas parece ter sido atingido. No entanto, quando se apertam as exigências sobre a amostra de controle, os níveis de significância dos resultados parecem se reduzir, sugerindo persistência de algum viés de seleção. Mais importante, a Lei do Bem apresenta o maior impacto sobre a produtividade, surgindo uma indagação sobre qual seria o mecanismo de transmissão, uma vez identificada a baixa relevância da Lei do Bem para o aumento do gasto de P&D.

Essas observações levam ao maior ponto de concordância entre os resultados deste trabalho e ABDI (2013). As empresas selecionadas pela política de inovação são as melhores do país. ABDI (2013) já havia identificado que eram empresas exportadoras,

localizadas no Sudeste, e geralmente de grande porte. Este trabalho sugere um pouco mais. Com base em análise de dados de exportação, indica que a política de inovação tem tido pouca influência na transformação de empresas de baixo rendimento em empresas de alto rendimento, tal o seu foco nas melhores empresas. Assim, ainda que possa ter alguma eficiência em aprimorar boas empresas ou na manutenção de sua qualidade, a política de inovação é falha na identificação de empresas que possam vir a se tornar exportadoras ou, de uma maneira mais geral, a se colocar entre as melhores. E essa é uma das principais lacunas a serem preenchidas por um eventual redesenho da política atual. Esse ponto é importante principalmente tendo em vista a elevada heterogeneidade estrutural da indústria brasileira (ver Pinto 1970, Rocha 2018 e Kupfer e Rocha 2005). Ainda que a cobertura de uma política de inovação possa vir a ser restrita, o excesso de foco nas grandes empresas tende a agravá-la e reduzir a capacidade de inclusão de novas empresas nos segmentos de maior produtividade da economia.

Mais importante, ainda que tenha ocorrido uma tentativa de ampliar o leque de instrumentos e de caminhar na direção de cobertura de empresas de menor porte, a política de inovação esteve, em sua maior parte, voltada para as grandes empresas. Como visto na Tabela 1, mesmo subvenção, que seria um instrumento particularmente voltado para pequenas empresas, tem, nas grandes empresas, fortes demandantes. Apenas os instrumentos de compras governamentais e de financiamento à aquisição de máquinas e equipamentos tem uma clara dominância de empresas de pequeno porte.

Essa discussão estabelece um importante ponto de inflexão, pois, claramente, existe uma tensão entre uma política que objetiva a formação de líderes tecnológicos e outra que visa à difusão de conhecimento entre entes diferentes. Não é à toa que, apesar da demonstração de resultados empresariais relevantes, os efeitos agregados têm sido reduzidos. Ainda que a proporção de empresas tratadas pela política de inovação tenha aumentado substancialmente no período, saindo de 6,2% do total de empresas e chegando a 14,7%, ela não foi bem sucedida em incrementar a proporção de empresas inovadoras, que se manteve mais ou menos estável, e em ampliar a proporção de empresas que fazem P&D (Gráfico 7). Ao mesmo tempo, as metas traçadas nos diferentes planos de política industrial de ampliação do gasto em P&D para 1% das vendas das empresas estiveram bem distantes de serem preenchidas (Gráfico 8) e o gasto em P&D se tornou mais

concentrado em poucas empresas. Esse dado é especialmente relevante tendo em vista o grande direcionamento de recursos governamentais dedicados à inovação para as empresas multinacionais, principalmente no que se refere à Lei do Bem, resultante não só o princípio internacional de não discriminação, mas a falta de tentativa da política de atingir outro tipo de empresa (Zucoloto 2012).

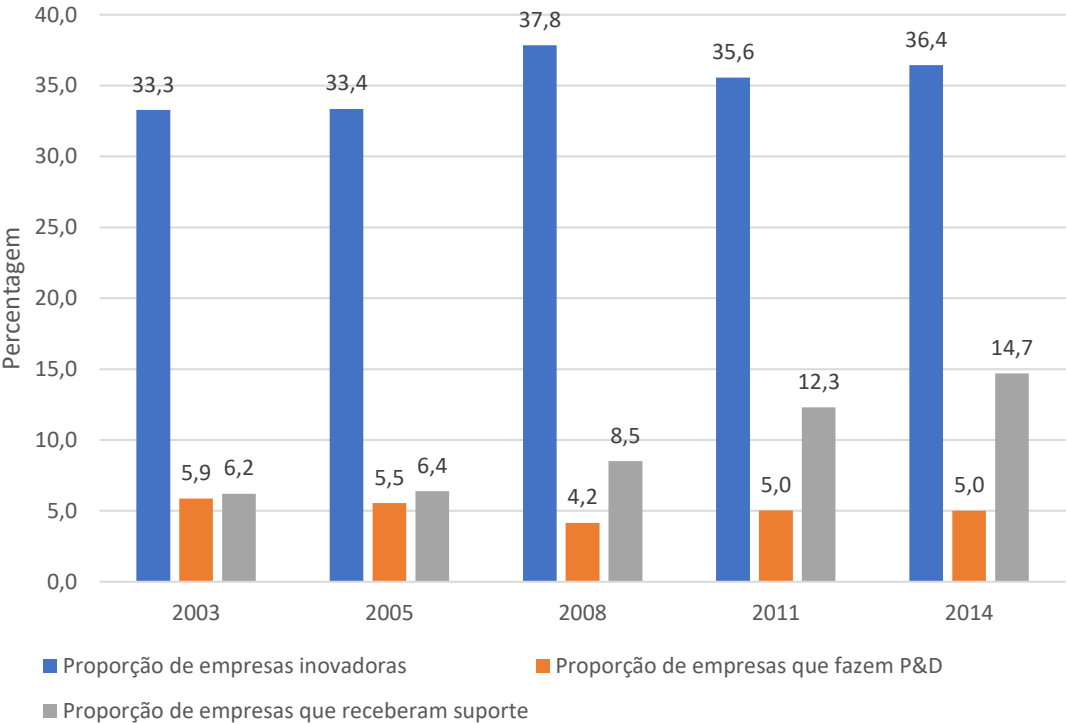
Assim, se, por um lado, os resultados aqui apresentados sugerem que a política de inovação foi ineficaz na formação de novos líderes, por outro lado, é evidente que a capacidade de geração de *spillovers* dessas políticas de inovação foi reduzida. Essa questão deve ser o principal ponto de preocupação para a constituição de uma política de inovação de maior eficácia.

A busca de uma alternativa deve levar em conta a complexidade do processo inovador que tem fortes interações e necessidades tanto pelo lado da oferta, quanto pelo lado da demanda. Ressalta-se, nesse caso, que a política de inovação, no Brasil, com raras exceções, como é o caso da indústria farmacêutica e do complexo aeronáutico, pouco tem lidado com aspectos relacionados à demanda. Esse ponto já era levantado por Rothwell (1984) com respeito ao desenvolvimento local de regiões menos desenvolvidas na Europa, que advogava o uso da política de compras governamentais como mecanismo de desenvolvimento pela capacidade de atender empresas de menor porte. Rothwell (1984:323) se baseava em três elementos que poderiam estar presentes em uma política de compras para inovação:¹⁰ (i) a capacidade de criar um mercado para bens que vão além do estado-da-arte local; (ii) a criação de um efeito demand-pull para o uso de novas tecnologias pelo estabelecimento de demandas mais avançadas; e (iii) o potencial estabelecimento de fluxos de conhecimento na formação de uma rede inovadora. No entanto, provavelmente, o principal benefício desse tipo de instrumento é a possibilidade de redução do risco envolvido no processo inovador, na medida em que se aumenta a probabilidade de se encontrar um mercado, uma vez solucionado o problema tecnológico envolvido (Litchenberg 1987, 1988).

¹⁰ Para definição de políticas de compras para inovação, ver Rocha (2018a)

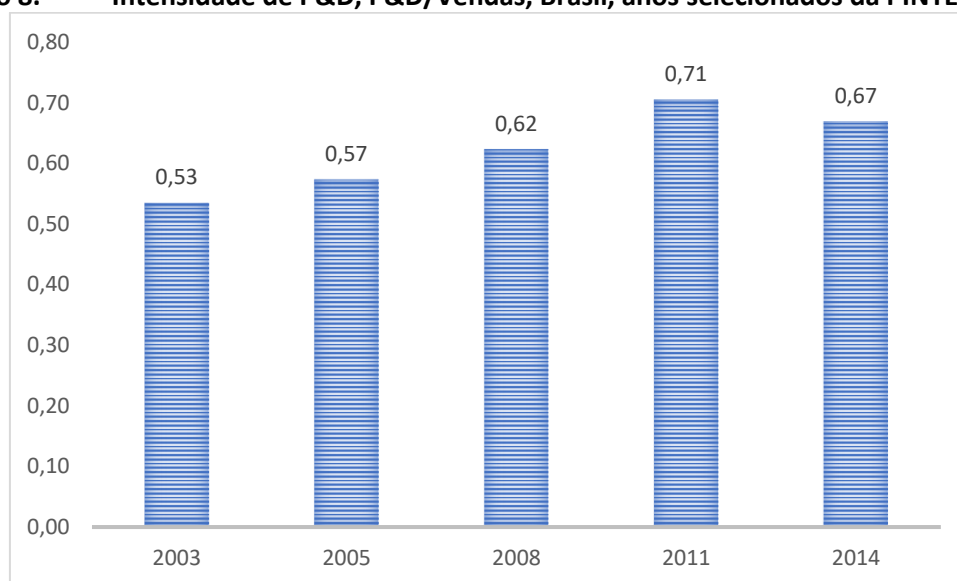
Esse tipo de instrumento deve ser combinado com outros, como o financiamento à inovação e sistemas de subvenção (Edquist e Zabala-Iturriagagoitia 2012), formando um sistema e se aproximando do que se convencionou denominar de políticas orientadas por missão ou *mission-oriented policies* (Foray, Mowery e Nelson 2012). Contudo, a diversidade de formatos que uma política com essas características pode assumir é grande e está um pouco além dos objetivos traçados para este trabalho.

Gráfico 7. Proporção de Empresas Inovadoras, que fazem P&D e que receberam apoio governamental para inovar, percentagem Brasil, anos selecionados da PINTEC



Fonte: Elaboração própria a partir da PINTEC.

Gráfico 8. Intensidade de P&D, P&D/Vendas, Brasil, anos selecionados da PINTEC



Fonte: Elaboração própria a partir da PINTEC.

7 Conclusão

Este trabalho procurou avaliar a política de inovação que emergiu no país após a formação dos fundos setoriais e das promulgações da Lei da Inovação e da Lei do Bem. Os resultados dos testes realizados indicam que as empresas tratadas pela política de inovação foram, no geral, bem-sucedidas em aumentar o seu esforço inovador e sua produtividade, mesmo após efetuarmos um conjunto de controles de amostra e o uso de técnicas de diferenças-em-diferenças.

O trabalho levanta, contudo, dois problemas na política. De um lado, ela foi ineficaz em encontrar novos alvos e torná-los melhores. No geral, as empresas alvo das políticas estavam entre as melhores da economia antes de serem tratadas. Ao mesmo tempo, empresas que não tinham um desempenho tão bom, mas que foram capazes de se tornar melhores não foram alvo de política. Essa observação sugere um caráter de clube entre as empresas que recebem apoio governamental. De outro lado, a política não parece ter sido bem-sucedida – e isso pode ser derivado da primeira observação – em ampliar o leque de empresas inovadoras e, principalmente, em aumentar a proporção de empresas que

realizam P&D. Esses dois fenômenos levantam dúvidas sobre a real eficácia da política em gerar externalidades positivas.

Assim, o trabalho conclui defendendo a necessidade e a utilidade da política, mas uma mudança de foco na direção de ser mais inclusiva quanto a novas empresas e propiciar um ambiente mais positivo para a inovação.

Bibliografia

ABDI. (2013). Mensuração e efetividade dos instrumentos de apoio à inovação no Brasil. Fonte: <http://www.abdi.com.br/Estudo/Volume4.pdf>.

Araújo, B. (2010). Incentivos fiscais à pesquisa e desenvolvimento e custo da inovação no Brasil. *Radar*, 9, 2-11. Fonte: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/radar/100826_radar09_cap1.pdf

Araújo, B., Cavalcanti, L., & Alves, P. (2010). Variáveis proxy para os gastos empresariais em inovação com base no pessoal ocupado técnico-científico disponível na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). *Radar*. doi:<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3588>

Arrow, K. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. Em NBER, *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* (pp. 609-626). Princeton: Princeton University Press. Fonte: <http://www.nber.org/chapters/c2144>

Avelar, A. P. (2008). Impacto das Políticas de Fomento à Inovação no Brasil sobre o Gasto em Atividades Inovativas e em Atividades de P&D das Empresas. *Estudos Econômicos*, 39(3), pp. 629-649.

Carrijo, M., & Botelho, M. (2013). Cooperação e inovação: uma análise dos resultados do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe). *Revista Brasileira de Inovação*, 12(2), pp. 417-448.

Cassiolato, J. E., Lastres, H., & Maciel, M. (2003). *Systems of Innovation and Development Evidence from Brazil*. Cheltenham: Edward Elgar.

Cohen, W., & Levinthal, D. (Sept de 1989). The two faces of R&D. *The Economic Journal*, 569-596.

Colombo, D. (2017). *Economic Analysis of Innovation Taxes Incentives in Brazil*. São Paulo: Tese de doutoramento apresentada ao Dept. Economia 0- USP. Fonte: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12140/tde-01092017.../OriginalDaniel.pdf

Cunningham, J., & Gok, A. (2012). *The Impact and Effectiveness of Policies to Support Collaboration for R&D and Innovation*. Manchester: Manchester Institute of Innovation Research. Fonte: <http://www.innovation-policy.org.uk/compendium/>

Cunningham, J., Gok, A., & Laredo, P. (2012). *The Impact of Direct Support to R&D and Innovation in Firms*. Manchester: Manchester Institute for Innovation Research. Fonte: <http://www.innovation-policy.org.uk/compendium/>

De Negri, J., & Moraes, J. (2017). Análise da Evolução das Ações e Programas da FINEP no Apoio Empresarial, 2003-2014. Em L. Turchi, & J. Moraes, *Políticas de Apoio à Inovação Tecnológica no Brasil* (pp. 165-196). Brasília: IPEA.

Díaz-Anadon, L. (2012). Missions-oriented RD&D institutions in energy between 2000 and 2010: A comparative analysis of China, the United Kingdom, and the United States. *Research Policy*, 42(10), 1742-1756. doi:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.015>

Dosi, G., & Orsenigo, L. (1988). Coordination and transformation: an overview of structures, behaviors, and change in evolutionary environments. Em G. Dosi, R. Nelson, C. Freeman, & L. Soete, *Technical change and economic theory* (pp. 13-38). London: Pinter Publishers.

Edler, J., & Georghiou, L. (2007). Public procurement and innovation—Resurrecting the demand side. *Research Policy*, 36, pp. 949-973. doi:10.1016/j.respol.2007.03.003

Edler, J., Cunningham, P., Gok, A., & Shapira, P. (2012). *Impacts of Innovation Policy: Synthesis and Conclusions*. Manchester: Manchester Institute of Innovation Research. Fonte: <http://www.research.mbs.ac.uk/innovation>

Edquist, C., & Zabala-Iturriagagoitia, J. M. (2012). Public Procurement for Innovation as mission-oriented innovation policy. *Research Policy*, 41, pp. 1757-1769. doi:10.1016/j.respol.2012.04.022

Edquist, C., Hommen, L., & Tsipouri, L. (2000). *Public Technology Procurement and Innovation*. New York: Springer.

Foray, D., Mowery, D., & Nelson, R. (2012). Public R&D and social challenges: What lessons from mission R&D programs? *Research Policy*, 41(10), 1697–1702. doi:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.07.011>

Galbraith, K. (1952). *American Capitalism: The concept of countervailing power*. New York: Houghton Mifflin.

Hall, B., & Lerner, J. (2010). The financing of R&D and innovation. Em B. Hall, & J. Lerner, *The Handbook of Economics of Innovation* (pp. 610-632). Amsterdam: Elsevier. doi:10.1016/S0169-7218(10)01014-2

Hall, B., & Reenen, J. (2000). How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence. *Research Policy*, 29, pp. 449-469. doi:[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00085-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00085-2)

Hasenclever, L., Paranhos, J., Oliveira, S., & Silva, Y. (2013). A relação universidade-empresa e a inovação no Brasil: os casos do Porto Digital, da indústria farmacêutica e da UEG. *ALTEC 2013*, (p. 1). Fonte: http://www.altec2013.org/programme_pdf/1138.pdf

Heller, M. (1998). The tragedy of the anticommons: property in the transition from marx to markets. *Harvard Law Review*, 111(3), 622-688.

Hess, C., & Ostrom, E. (2007). *Understanding knowledge as a commons*. Cambridge (Mass): MIT Press.

Kalecki, M. (1937). The principle of increasing risk. *Economica*, 440-447. doi:10.2307/2626879

Kannebley, S., & Porto, G. (2012). *Incentivos Fiscais à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no Brasil*. Brasília: IDB. Fonte: <https://www.innovationpolicyplatform.org/system/files/Incentivos%20Fiscais.pdf>

Kannebley, S., Shimada, F., & De Negri, F. (2016). Efetividade da Lei do Bem no Estímulo aos Dispendios de P&D: uma análise com dados de painel. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 46(3), pp. 111-145. Fonte: <http://ppe.ipea.gov.br/index.php/ppe/article/viewFile/1680/1235>

Kupfer, D., & Rocha, F. (2005). Productividad y heterogeneidad estructural en la industria brasileña. Em M. Cimoli, *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina* (pp. 72-100). Santiago, Chile: CEPAL. Fonte: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2802/S2005051_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lerner, J. (1999). The Government as Venture Capitalist: The Long-Run Impact of the SBIR Program. *The Journal of Business*, 72(3), pp. 285-318. doi:10.1086/209616

Litchenberg, F. (1987). The Effect of Government Funding on Private Industrial Research and Development: a Reassessment. *The Journal of Industrial Economics*, 36(1), pp. 97-104. Fonte: <https://www.jstor.org/stable/pdf/2098599.pdf>

Litchenberg, F. (1988). The Private R&D Investment Response to Federal Design and Technical Competitions. *The American Economic Review*, 78, pp. 550-559. Fonte: <https://www.jstor.org/stable/1809152>

Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers.

Malerba, F., & Nelson, R. (2011). "Learning and Catching Up in Different Sectoral Systems: Evidence from Six Industries. *Industrial and Corporate Change*, 20(6), pp. 1645-1675. doi:10.1093/icc/dtr062

Mazzucato, M. (2011). *The Entrepreneurial State*. London: Demos.

Mowery, D. (2012). Defense-related R&D as a model for "Grand Challenges" technology policies. *Research Policy*, 42(10), 1703-1715. doi:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.03.027>

Nelson, R. (1959). The Simple Economics of Basic Scientific Research. *Journal of Political Economy*, 67, 297-306.

Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.

Pinto, A. (1970). Naturaleza e Implicaciones de la "Heterogeneidad Estructural" en America Latina. *El Trimestre Económico*, 37, pp. 83-100. Fonte: <http://www.jstor.org/stable/20856116>

Ramlogan, R., & Rigby, J. (2012). *Access to Finance: Impacts of Publicly Supported Venture Capital and Loan Guarantees*. Manchester: Manchester Institute of Innovation Research. Fonte: <http://www.innovation-policy.org.uk/compendium/>

Rocha, F. (2018). *Does Public Procurement for Innovation Increase Innovative Efforts? The Case of Brazil*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia - UFRJ. Fonte: <http://www.ie.ufrj.br/images/pesquisa/publicacoes/discussao/2017/tdie0072018rocha.pdf>

Rocha, F. (2018). Procurement as innovation policy and its distinguishing effects on innovative efforts of the Brazilian oil and gas suppliers. *Economics of Innovation and New Technology*, 27(8), pp. 750-768. doi:10.1080/10438599.2017.1408199

Rothwell, R. (1984). Technology-based small firms and regional innovation potential: the role of public procurement. *Journal of Public Policy*, 4(4), pp. 307-332. doi:10.1017/S0143814X00002774

Salerno, M., & Daher, S. (2006). *Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior do Governo Federal (PITCE): balanço e perspectivas*. ABDI.

Sampat, B. (2012). Mission-oriented biomedical research at the NIH. *Research Policy*, 42(10), 1729-1741. doi:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.05.013>

Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: George Allen and Unwin.

Steinmueller, E. (2010). Economics of Technology Policy. Em B. Hall, & N. Rosenberg, *Handbooks of the Economics of Innovation* (pp. 1181-1215). Amsterdam: Elsevier. doi:[https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)02012-5](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)02012-5)

Ughetto. (2008). Does internal finance matter for R&D? New evidence from a panel of Italian firms. *Cambridge Journal of Economics*, 32, 907-925. doi:10.1093/cje/ben015

Wright, B. (2012). Grand missions of agricultural innovation. *Research Policy*, 42(10), 1716-1718. doi:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.021>

Zucoloto, G. (2012). *Origem de Capital e Acesso a Incentivos Fiscais e Financeiros à Inovação no Brasil*. Rio de Janeiro: IPEA. Fonte: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15016

Zucoloto, G., Santana, B., Veloso, L., & Kannebley, S. (2017). Lei do Bem e a Produtividade das Firms Industriais Brasileiras. Em L. Turchi, & J. Moraes, *Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil : avanços recentes, limitações e propostas de ação*. Brasília: IPEA.